

Selkämeren rannikkovesien tila, vesikasvillisuus ja kuormitus

Rehevöitymistarkastelu

Janne Alahuhta



Selkämeren rannikkovesien tila, vesikasvillisuus ja kuormitus

Rehevöitymistarkastelu

Janne Alahuhta

Turku 2008

Lounais-Suomen ympäristökeskus



**LOUNAIS-SUOMEN
YMPÄRISTÖKESKUS**
SYDVÄSTRA FINLANDS
MILJÖCENTRAL

LOUNAIS-SUOMEN YMPÄRISTÖKESKUKSEN
RAPORTTEJA 9 | 2008
Lounais-Suomen ympäristökeskus
Vesiensuojeluosasto

Taitto: Päivi Niemelä
Kansikuva: Seppo Keränen
Sanasto: Pääosin Suomen ympäristökeskuksen,
RiverLife -projektin ja Kokemäenjoen vesistön vesien-
suojeluyhdistyksen internetsivut

Julkaisu on saatavana myös internetistä:
www.ymparisto.fi/julkaisut

Edita Prima Oy, Helsinki 2008

ISBN 978-952-II-3061-8 (nid.)
ISBN 978-952-II-3062-5 (PDF)
ISSN 1796-1750 (pain.)
ISSN 1796-1769 (verkkokj.)



Painotuote

Alkusanat

Itämeren tilaan on kiinnitetty runsaasti huomiota viimeisten vuosien aikana. Suomi on sitoutunut Itämeren ympäristön tilan parantamiseen ja Matti Vanhasen toisen hallituksen hallitusohjelmassa pyritään edelleen vähentämään asutuksen, teollisuuden, maatalouden ja haja-asutuksen aiheuttamaa ravinnekuormitusta kansallisen Itämeri-ohjelman puitteissa ja asetettujen vesiensuojelun suuntaviivojen mukaisesti. Lisäksi vesienhoidon suunnittelulla halutaan vaikuttaa valuma-alueilta tulevan kuormituksen vähenemiseen ja erityisesti rannikkovesien sekä jokien tilan parantamiseen. Lounais-Suomen ympäristökeskuksen vuosien 2007-2012 ympäristöohjelman vesiensuojelun painopistealue on valuma-alueilta tulevan kuormituksen vähentäminen. Tavoitteena on erityisesti Saaristomeren, Selkämeren ja niihin laskevien vesistöjen tilan parantaminen.

Suomen rannikkovesistä vakavimmin kuormittuneet alueet ovat Suomenlahti ja Saaristomeri. Selkämeren tila on edellisiä merialueita parempi, mutta alueellisesti ympäristökuormituksen alaisia merialueita on havaittu Selkämerelläkin. Satakunnan rannikko- ja ulappavesissä vesien yleinen käyttökelpoisuus on ollut pääosin hyvä, mutta rannikon läheisillä merialueilla on kuitenkin piste- ja hajakuormituksen rehevöittämiä alueita. Esimerkiksi Luvian saaristossa ja Rauman – Euranjoen välisellä rannikkoalueella on paikallisesti tyydyttävässä ja Pihlavanlahdella jopa välttävässä käyttökelpoisuusluokassa olevia alueita, joilla rehevöityminen on voimistunut.

Lisäksi Satakunnan merenlahtien ja saariston sisään jäävien vesialueiden rehevöityneisyydestä ja vesiensuojelutoimenpiteiden tarpeesta tarvitaan tarkempaa tietoa, koska kyseiset alueet ovat luonnonympäristön, virkistyskäytön ja elinkeinoelämän kannalta merkittävimpiä alueita. Täten ympäristökeskus käynnisti vuoden 2007 toukokuussa 10 kuukautta kestävänsä Selkämeren rantavesien rehevöityminen ja hoitotarve-selvityshankkeen, jossa kartoitettiin laajasti Selkämeren rannikon läheisten merialueiden tilaa ja kuormitusta 2000-luvulla. Selvityshanke jatkoi Miten voit, Selkämeri? -hankkeen työtä (Sarvala & Sarvala 2005).

Hankkeen tavoitteena oli

- suunnitella ja toteuttaa näytteenottoa, joilla täydennetään olemassa olevia tietoja erityisesti rannikon läheisillä merialueilla,
- tunnistaa rehevöityneet alueet olemassa olevien ja hankkeen aikana saatujen tietojen perusteella ja
- koota yleistiedot Selkämereen jokien mukana tulevan ja rannikkoalueella syntyvän kuormituksen määristä ja lähteistä.

Hankkeen tuloksina saatiin tarkempaa tietoa rannikonläheisten merialueiden tilasta. Erityisen tärkeää oli tiedon saaminen sellaisilta merialueilta, jotka eivät ole kuuluneet säännöllisen tarkkailun piiriin. Hankkeen tuloksena hahmottui kokonaisvaltainen kuva Selkämeren rannikkovesien kuormituksesta ja kuormituslähteistä, jotka aiheuttavat rehevöitymistä Satakunnan merialueella. Valuma-alueilla sijaitsevien piste- ja hajakuormituslähteiden tunnistaminen on edellytys kuormituksen vähentämiselle. Kunnostus- ja hoitotoimenpiteet voidaan tämän jälkeen kohdistaa kuormituslähteille ja eniten rehevöityneille merialueille, mikä edistää Satakunnan rannikkovesien tilan paranemista sekä virkistyskäyttö- ja elinkeinomahdollisuuksia.

Tämä selvitys koostuu kolmesta toisiaan tukevasta osa-alueesta. Selkämeren vedenlaatua selvitettiin kesäisen näytteenoton avulla. Ilmakuvien avulla tulkittiin Selkämeren rannikon kasvillisuuden esiintymistä. Selkämereen laskevien vesien kuor-

mitusta arvioitiin Satakunnan vesistöalueiden valuma-alueilla. Näiden selvityksen osa-alueiden avulla saatiin kokonaisvaltainen kuva Selkämeren tilasta ja rehevöitymiseen liittyvistä uhkakuvista. Kolmen eri osa-alueen keskeisimmistä tuloksista koottiin Selkämeren ja valuma-alueiden riskiarviointi, jonka avulla voitiin tunnistaa Selkämeren rehevöitymisherkät merialueet ja kuormittavimmat valuma-alueet. Riskialueiden tunnistamisen jälkeen voidaan vesiensuojeluresursseja kohdistaa näille alueille. Julkaisussa kukin selvitysosa-alue on erillisissä kappaleissa ja lopussa on tulokset yhdistävä Selkämeren tulevaisuuden näkymiä pohtiva kappale.

Selvityksessä valittiin erityisalueita, joiden tilaa tai kuormitusta arvioitiin muita alueita yksityiskohtaisemmin. Selkämerellä erityisalueita olivat Merikarvian Peipunlahti (tarkoitetaan Peipunlahden, Tikanlahden, Merimaalahden, Pooskerinlahden ja Killeskerinlahden välistä merialuetta), Ahlaisten saaristo, Luvian edustan saaristo ja Rauman edusta. Kuormitusarvioinnissa erityisvaluma-alueita olivat Selkämereen laskevien päävesistöjen ns. välialueet sekä voimakkaasti kuormitetut Loimijoen ja Kauvatsanjoen valuma-alueet. Erityisalueiden valintaperusteet ja esittely on tarkemmin kunkin selvitysosan yhteydessä.

Hanketta rahoittivat Länsi-Suomen tavoite 2-ohjelma ja ohjelman siirtymäkauden tuki sekä Porin kaupunki, Rauman kaupunki, Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ja Lounais-Suomen vesiensuojeluyhdistys. Posiva Oy osallistui hankkeeseen ulkopuolisena kumppanina.

Hankkeen ohjausryhmään on laajasti pyydetty Satakunnan alueen yhteistyö- ja sidosryhmiä. Ympäristökeskuksen vesiensuojeluosastolta ohjausryhmätyöskentelyyn ovat osallistuneet Pirkko Valpasvuo-Jaatinen, Heli Perttula ja Janne Suomela sekä vesistösuunnitteluosastolta Veijo Heikkilä, joka on myös toiminut hankkeen valvojana. Ohjausryhmään ovat lisäksi kuuluneet Pasi Salmi (SATAVESI-ohjelma), Seppo Salonen (Porin kaupunki), Juha Hyvärinen (Rauman kaupunki), Teija Kirkkala (Lounais-Suomen vesiensuojeluyhdistys/Pyhäjärvi-instituutti), Reijo Oravainen (Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys), Tapio Nummi (Lounais-Suomen metsäkeskus), Elina Liinaharja (MTK-Satakunta), Leena Rannikko (Varsinais-Suomen TE-keskus, kalatalousyksikkö), Minna Giss (TE-keskus), Anne Savola (Satakuntaliitto), Kari Ranta-Aho (Varsinais-Suomen TE-keskus, kalatalousyksikkö), Markku Pärssinen (MTK-Satakunta) ja Ari Ikonen (Posiva Oy).

SISÄLLYS

| | |
|---|----|
| Taustaa | 7 |
| Selkämeren vedenlaatu ja luokittelu | 9 |
| Miten vedenlaatua ja ekologista tilaa arvioidaan? | 9 |
| Perinteinen vesien yleinen käyttökelpoisuusluokitus | 9 |
| Uudet suuntaukset vesistöjen tilan arvioimisessa: ekologinen luokittelu | 9 |
| Käytetyt vedenlaadun ja luokittelun muuttajat | 10 |
| Selkämeren vedenlaatu ja luokittelu | 12 |
| Vedenlaatu näytepisteillä | 12 |
| Kasviplanktonin biomassa ja lajisto | 13 |
| Selkämeren rehevyystaso ja laatuluokka | 19 |
| Selkämeren vedenlaadun kehitys | 22 |
| Vesikasvillisuuden esiintyminen Selkämeren rantavyöhykkeellä | 25 |
| Vesikasvillisuus osana meriluontoa ja sen tilan ilmentäjänä | 25 |
| Ilmakuvaus vesikasvien tulkinnessa | 26 |
| Selkämeren vesikasvillisuuden arvioiminen | 26 |
| Selkämeren rantavyöhykkeen vesikasvillisuus | 29 |
| Vesikasvillisuuden muutoksia Selkämeren rantavyöhykkeellä | 32 |
| Vesikasvillisuuden kehitys Selkämeren rantavyöhykkeellä | 32 |
| Vesikasvillisuuden muutoskehitys | 38 |
| Valuma-alueiden kuormitusarviointi | 40 |
| Kuormitusselvityksen vesistöalueet | 41 |
| Erityisvaluma-alueet | 42 |
| Käytetyt kuormitusarvioinnin menetelmät ja mallit | 43 |
| Paikkatietoaineistot | 44 |
| VEPS-arviointijärjestelmä | 45 |
| Kuormitusarvioinnissa ja VEPS-arviointijärjestelmän käytössä huomioitavaa | 48 |
| Selvitysalueen kuormitusarviointi | 48 |
| Maankäyttö- ja maaperä | 50 |
| Kuormitus- ja huuhtoutumislähteet | 54 |
| Kokonaisfosfori- ja kokonaistyyppikuormitus | 60 |
| Ravinnekuormituksen maantieteellinen jakautuminen | 63 |
| Erityisvaluma-alueiden rehevöittäväkuormitus | 68 |
| Kuormituspaineen kehitys ja vähentämistarpeet | 78 |
| Rehevöitymisriskialueiden tunnistaminen | 80 |
| Rehevyys- ja kuormitusriskiarvioinnin toteuttaminen | 80 |
| Rehevyys- ja kuormitusriskialueet | 80 |
| Selkämeren tulevaisuuden näkymiä | 84 |
| Bioenergian käytön ja ilmastonmuutoksen vaikutukset vesistökuormitukseen | 88 |
| Keskeiset päätelmät | 90 |
| Sanasto | 92 |

| | |
|----------------------------|-----|
| Lähteet | 94 |
| Liitteet | 97 |
| Kuvailulehdet | 109 |

Taustaa

Itämeri on pieni ja matala meri, joka on yhteydessä Pohjanmereen kapeiden ja matalien Tanskan salmien kautta. Itämeren vesi vaihtuu hyvin hitaasti ja täydelliseen vaihtumiseen on arvioitu kuluvan noin 30 vuotta. Itämeri on murtovettä eli suolaisen ja makean veden sekoitus, jonka suolapitoisuus on kuitenkin vain viidennes valtamerien pitoisuuksista. Suolapitoisuus voi aiheuttaa vesimassojen kerrostuneisuutta, mutta Selkämeren suolapitoisuus on hyvin alhainen. Täten kerrostuneisuutta suolapitoisuuden suhteen ei juurikaan muodostu.

Itämeren eläin- ja kasvikunta on varsin erikoinen. Suolaisen ja makean veden eliöt elävät rinta rinnan. Lajien määrä on suhteellisen pieni, mutta yksittäistä lajia saattaa esiintyä hyvin runsaasti. Valtameriin verrattuna Itämeren ravintoketjut ovat yksinkertaisia. Veden hitaan vaihtuvuuden vuoksi ravinteet ja vahingolliset aineet, kuten kemikaalit ja raskasmetallit jäävät Itämereen pitkiksi ajoiksi. Siksi Itämeren eläin- ja kasvikunta on erittäin herkkä ympäristön muutoksille (Miten voit Itämeri 2004).

Itämeri voi ollakin altis tulokaslajeille, koska meri on geologisesti suhteellisen nuori ja harvalajinen. Usein tulokaslajit saapuvat Itämeren eteläosiin muun muassa laivojen painolastivedessä. Tulokaslajit voivat levitä Selkämerellekin, jos ympäristöolosuhteet ovat niille suotuisat ja ne löytävät paikkansa meriekosysteemissä. Uusin esimerkki on amerikankampamaneetti.

Selkämereksi kutsutaan Pohjanlahden eteläosaa, mutta tarkkaa rajausta on vaikea tehdä. Tässä julkaisussa käsitellään Selkämeren eteläosan Suomen-puoleista Satakunnan rannikkoaluetta Pyhämaalta Merikarvialle (kuva 1). Selkämerelle tyypillistä on veden 5-6 promillen suolapitoisuus, rannikon rikkonaisuus, 60 metrin keskisyvyys, rannikon loiva syveneminen ja hidas sedimentaationopeus. Lisäksi oleellista Selkämeren tilan kannalta on se, että Saaristomeren ja Ahvenanmeren merenpohjan kynnysalueet estävät ravinteikkaan

ja suolapitoisen alusveden pääsyn Selkämereen, mikä vaikuttaakin positiivisesti Selkämeren vedenlaatuun. Selkämeren ominaispiirteitä on esitelty tarkemmin Kuinka voit, Selkämeri? -julkaisussa (Sarvala & Sarvala 2005).

Selkämeren vedenlaatu ja luokittelu

Miten vedenlaatua ja ekologista tilaa arvioidaan?

Perinteinen vesien yleinen käyttökelpoisuusluokitus

Vedenlaatua on perinteisesti arvioitu vesien yleisen käyttökelpoisuusluokituksen avulla. Luokitus kuvaa vesiemme keskimääräistä veden laatua sekä soveltuvuutta vedenhankintaan, kalavesiksi ja virkistyskäyttöön. Luokituksen lähtökohta on siis veden soveltuvuus ihmisen käyttötarkoituksiin. Käyttökelpoisuusluokitusta on tehty vesialueilamme jo usean vuosikymmenen ajan, ja merellä laatuluokitusta on päivitetty tasaisin välein. Viimeisin laatuluokitusjakso koski vuosia 2000-2003, joka kattoi aluevesirajan sisäpuolelle jäävän merialueen lähes kokonaan.

Vesien yleisen käyttökelpoisuusluokituksen laatuluokka määräytyy vesistön luontaisen veden laadun ja ihmisen toiminnan vaikutuksien mukaan. Pintavedet luokitellaan viiteen luokkaan: erinomainen, hyvä, tyydyttävä, välttävä ja huono. Erinomaisen laatuluokan vesistöalue on luonnon-tilainen. Päinvastoin huonon tilan vesistöalue on jätevesien, hajakuormituksen tai muun toiminnan pilaama. Levähaitat ovat erittäin yleisiä ja runsaita estäen vesistön käytön usein pitkäksi aikaa. Rehevyydestä johtuen myös happitilanne voi olla heikko. Haitallisten aineiden pitoisuudet vedessä, sedimentissä tai eliöstössä voivat olla tasolla, josta aiheutuu selvä riski vesistön käytölle tai vesiluonnolle. Muiden laatuluokkien tila on näiden kahden luokan välillä (Antikainen ym. 2000).

Yleisessä käyttökelpoisuusluokituksessa otetaan huomioon fysikaalis-kemiallisia muuttujia. Tärkeimpiä ovat a-klorofyllipitoisuus ja kokonaisfosfori- ja typpipitoisuudet. Näkösyvyys, sameus ja väriluku ilmentävät luokituksessa veden humus-, kiintoaine-, ravinne- ja levämääriä. Veden happi-

toisuus kertoo ympäristöolosuhteista. Muita muuttujia ovat bakteerit ja erilaiset raskasmetallit.

Uudet suuntaukset vesistöjen tilan arvioimisessa: ekologinen luokittelu

Vuoden 2004 lopussa vesistöjen tilan arvioiminen muuttui, kun vesipolitiikan puitesäädöksiin johdettu kansallinen laki vesienhoidon järjestämisestä (1299/2004) astui voimaan. Lain tavoitteena on a) estää vesiekosysteemien huononemista sekä suojella ja parantaa niiden tilaa, b) edistää kestävää, vesivarojen pitkän ajan suojeluun perustuvaa vedenkäyttöä, c) vähentää pohjavesien pilaantumista, d) tehostaa vesiensuojelua pilaavien ja vaarallisten aineiden päästöjä vähentämällä, ja e) vähentää tulvien ja kuivuuden vaikutusta. Lisäksi direktiivi vaikuttaa osaltaan siihen, että turvataan pinta- ja pohjavesien riittävä saanti, suojellaan alue- ja merivesiä sekä edistetään kansainvälisten sopimusten tavoitteiden saavuttamista meriä koskevat sopimukset mukaan lukien. Pintavesien hyvä ekologinen ja kemiallinen tila tulee saavuttaa 15 vuoden kuluessa direktiivin voimaantulosta.

Merkittävin muutos koskee tarkastelunäkökulman muuttumista ja laatua ilmentävien muuttujien valikoiman laajenemista. Uudessa laissa vesien tilaa arvioidaan luonnon itsensä näkökulmasta ihmisen sijaan. Esimerkiksi luontaisesti suuri humuspitoisuus alentaa yleisen käyttökelpoisuuden luokkaa, vaikka vesistö olisi ekologisesti luonnon-tilainen, koska veden käyttökelpoisuus on heikentynyt. Lain tarkoitus on, että vesistöjä arvioidaan niiden ekologisen tilan perusteella. Vesien tilaa luokitellaan biologisten muuttujien avulla ja fysikaalis-kemiallisia muuttujia käytetään apumuuttujina yhdessä hydromorfologisten paineiden ja haitta-aineiden kanssa.

Ekologisen tilan määrittelyssä käytetään samaa sanallista luokittelua kuin vesien yleisessä käyttökelpoisuusluokittelussa: erinomainen, hyvä, tyydyttävä, välttävä ja huono tila. Erinomaisessa

tilassa vesistöt ovat lähes luonnontilaisia ilman suuria havaittuja muutoksia, hyvässä tilassa muutokset ovat vähäisiä. Sen sijaan tyydyttävässä tilassa muutokset ovat selviä, jolloin vesieliöstön, veden tai sedimentin fysikaalis-kemiallinen laatu on heikentynyt. Huonossa tilassa havaitut muutokset ovat hyvin selviä.

Pintavesien ekologisen tilan luokittelujärjestelmän kehittämistyön lähtökohtina on pidetty seuraavia yleisperiaatteita: 1) luokittelussa käytettävien muuttujien tulee kyetä mahdollisimman luotettavasti ilmentämään ihmistoiminnasta aiheutuvia vaikutuksia, 2) muuttujien luontainen vaihtelu on riittävän hyvin tunnettua ja hallittavissa siten, että luotettavien vertailuarvojen määrittely on mahdollista, ja 3) luokittelumuuttujien avulla voidaan arvioida haitallisten muutosten äärevyyttä (Vuori 2007). Näillä periaatteilla on ekologisen luokituksen ensimmäisen vaiheen toteutukseen valittu merialueille muuttujiksi kasviplankton (biomassa, a-klorofylli, sinilevien prosenttiosuus ja leväkukinnat), pohjaeläimet (BBI-indeksi; Brackish Water Benthic Index) (Perus ym. 2007) ja vesikasvit (rakkolevät). Fysikaalis-kemiallisista muuttujista merialueilla käytetään kokonaisfosfori- ja kokonaistypipitoisuuksia, fosfaattifosforia, nitraattinitriittiä ja näkösyvyyttä.

Käytetty vedenlaadun ja luokittelun muuttujat

Selvitysalueella otettiin vedenlaadunäytteitä yhteensä 35 näytepisteestä (kuva 2, liite 1). Näytteenotto tapahtui kolmena erillisenä jaksena kesän 2007 aikana: 25.-28.6., 23.7.-2.8. ja 3.-5.9. Näytepisteillä 2, 28 ja 34 heinäkuun näytteitä ei voitu ottaa sovitusta kohteista näytteenoton kannalta huonojen ympäristöolosuhteiden vuoksi, joten näytteet otettiin mahdollisimman läheltä sovitettuja pisteitä. Poikkeavien näytopaikkojen tulokset yhdistettiin kuitenkin muihin tuloksiin.

Kaikki näytteet otettiin koontanäytteinä, jotka oli suhteutettu näkösyvyyteen. Näytteistä määritettiin sameus, sähkönjohtokyky, pH, kokonaisfosforipitoisuus, kokonaistypipitoisuus ja a-klorofyllipitoisuus. Lisäksi vesinäytteistä määritettiin fosfaattifosforipitoisuus, nitraattityppipitoisuus ja ammoniumtyppipitoisuus, paitsi osalla näytepisteistä liukoisten ravinteiden määrittäminen tehtiin vain heinä-elokuun ja syyskuun näytteistä. Kasviplanktonlajisto ja -biomassa määritettiin osalla näytepisteistä heinä-elokuun näytteistä. Kokemaenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ja Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy toteuttivat näytteenoton ja määritykset.

Tässä selvityksessä on pyritty arvioimaan Selkämeren rantavesien vedenlaatua mahdollisimman monipuolisesti. Koska ekologinen luokitteluprosessi on edelleen kesken, niin tarkastelussa yhdistettiin vesien yleistä käyttökelpoisuusluokittelua (taulukko 1), ympäristökeskuksen rehevyysluokittelua ja ekologista luokittelua tämänhetkisten ohjeiden mukaan. Ekologisessa luokittelussa käytettävät vertailuarvot ja luokkarajat perustuvat merialueiden osalta Suomen ympäristökeskuksen tehtyyn laajaan aineistoanalyysiin vuosilta 1984-2006. Kuitenkin ainoastaan a-klorofyllipitoisuuksille on määritetty ekologisessa luokittelussa vertailuarvot ja luokkarajat (luokitteluoheen versio 15.11.2007), joten niitä testattiin selvityksen aineistolla. Luokituksessa ulommalle ja sisemmälle merialueelle on määritetty erilaiset luokkarajat, joita noudatettiin selvityksessä. Muille biologisille muuttujille ei ole vielä määritetty vertailuarvoja ja luokkarajoja. Fysikaalis-kemiallisille muuttujille on määritetty vertailuarvot ja luokkarajat, mutta niiden osalta näytteenottojakso on tammi-maaliskuu. Kokonaisfosforille sekä vertailun vuoksi myös a-klorofyllille käytettiin merialueen rehevyysluokkia (taulukko 2).

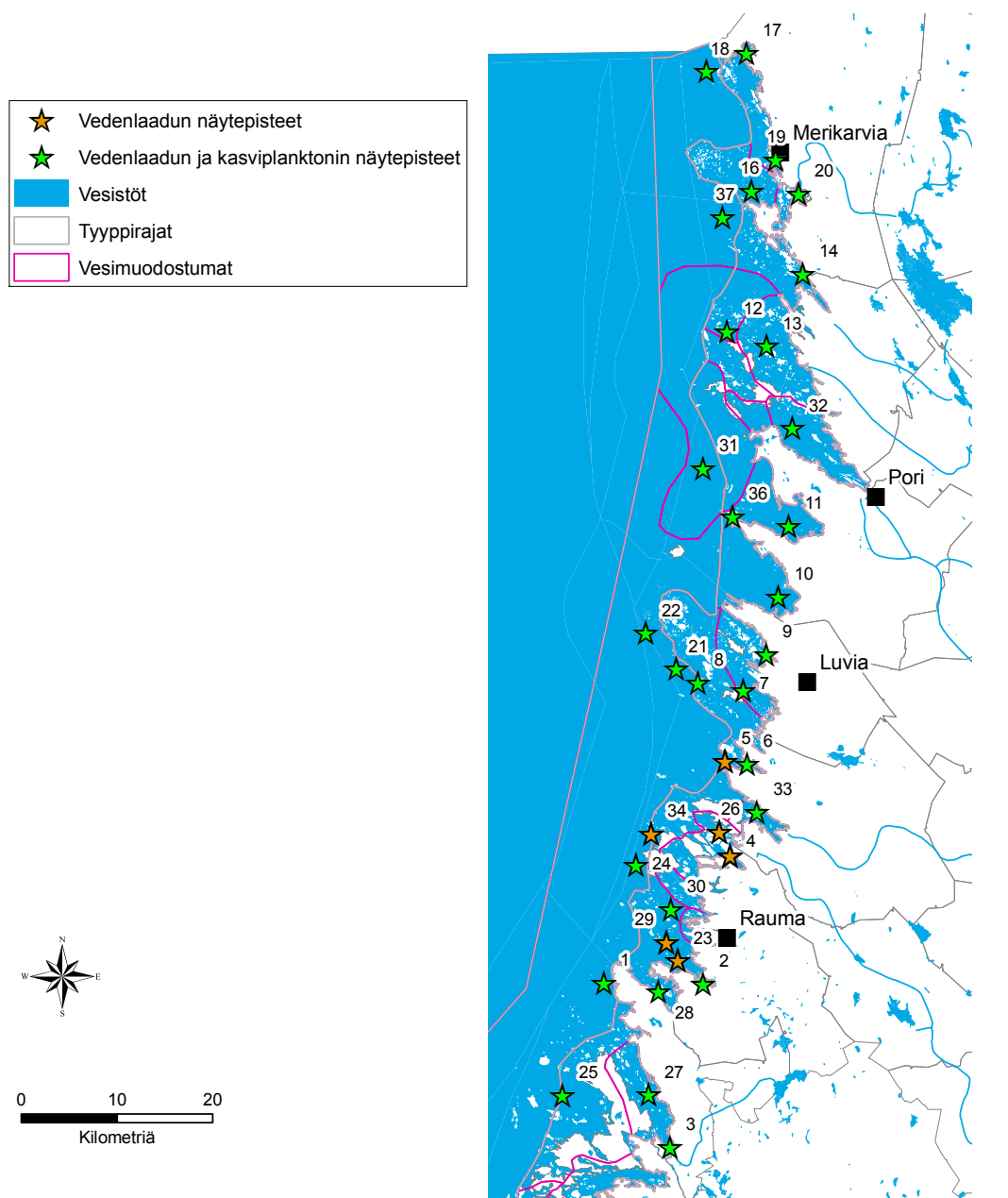
Taulukko 1. Selvityksessä käytetty vesistöjen yleinen käyttökelpoisuusluokitus merialueelle. Luokitus perustuu tarkasteluvuosien 2000-2003 luokkarajoihin.

| Luokka | a-klorofylli (µg/l) | Kokonaisfosfori (µg/l) |
|-------------|---------------------|------------------------|
| Erinomainen | < 2 | < 12 |
| Hyvä | 2 - 4 | 12 - 20 |
| Tyydyttävä | 4 - 12 | 20 - 40 |
| Välttävä | 12 - 30 | 40 - 80 |
| Huono | > 30 | > 80 |

Taulukko 2. Selvityksessä käytetty rehevyysluokitus merialueella a-klorofyllin ja kokonaisfosforin osalta.

| Luokka | a-klorofylli (µg/l) | Kokonaisfosfori (µg/l) |
|-----------------|---------------------|------------------------|
| Karu | < 2 | < 12 |
| Lievästi rehevä | 2 - 5 | 12 - 23 |
| Rehevä | 5 - 25 | 23 - 60 |
| Erittäin rehevä | > 25 | > 60 |
| Ylirehevä | > 50 | > 100 |

Selkämeren vedenlaadun ja kasviplanktonin näytepisteet kesällä 2007



Kuva 2. Näytepisteiden numero ja sijainti Selkämerellä. Vaalean vihreistä näytepisteistä analysoitiin veden fysikaalis-kemiallinen laatu ja kasviplankton, kun taas oransseista näytepisteistä analysoitiin ainoastaan veden fysikaalis-kemiallinen laatu.

Yksittäisten näytepisteiden pääraavinne- ja a-klorofyllituloksien avulla pyrittiin mallintamaan myös koko selvitysalueen pitoisuuksien alueellista jakautumista. Mallintamismenetelmänä käytettiin spatiaalista interpolointia, jolla tarkoitetaan tavallisesti menettelyä, jossa pistemäisestä havaintojoukosta (näytepisteet) muodostetaan jatkuva pinta. Jatkuvalle pinnalla olevien pisteiden arvot lasketaan alkuperäisten arvojen perusteella. Interpolointi perustuu havaintoon, että lähellä toisiaan sijaitsevien pisteiden arvot ovat suuremmalla todennäköisyydellä lähellä toisiaan kuin kauempana olevien pisteiden arvot (Burrough 1987). Ilmiötä nimitetään spatiaaliseksi autokorrelaatioksi. Interpolointimenetelmäksi valittiin krieging, joka on geostatistinen menetelmäperhe koostuen useista yksittäisistä menetelmistä. Kriegingin etu on se, että siinä muodostetaan kokonaisvaltaisempi käsitys käytettävien aineistojen luonteesta. Tässä selvityksessä kriegingin asetuksina käytettiin eksponentiaalista tilastolaskentapohjaa ja 12 laskentapistettä.

Kasviplanktonin biomassan ja lajiston perusteella arvioitiin merialueen ravinnetaloutta. Näytteistä arvioitiin rehevyytasoa biomassan perusteella (Heinonen 1980). Luokituksessa karujen vesien biomassat ovat alle 500 µg/l, lievästi rehevien välillä 500-2500 µg/l ja rehevien yli 2500 µg/l. Vaikka rehevyyssluokittelu on ensisijaisesti tarkoitettu sovellettavaksi järvien kasviplanktonituloksiin, niin sitä voidaan soveltaen hyödyntää merialueellakin. Kaikkia vedenlaatutuloksia tarkastellaan maantieteellisesti pohjoisesta etelään alkaen Merikarvialta ja päättyen Pyhämaalle. Vedenlaatutulokset perustuvat kasviplanktonia ja osin laatuluokittelua lukuun ottamatta näyteanalysoijien tutkimusraportteihin Oravainen & Paakkinen (2007a) ja Turkki (2007).

Selkämeren vedenlaatu ja luokittelu

Vedenlaatu näytepisteillä

Satakunnan rannikon vesi oli kesällä 2007 pääosin kirkasta tai vain lievästi sameaa merivettä. Keskimääräiset sameusarvot vaihtelivat 1.1 – 8.4 FNU välillä (liite 2). Uloimpana sijaitsevilla näytepisteillä (näytepiste 21, 22, 24, 25, 31 ja 34) keskimääräiset sameudet alittivat jopa yleisen käyttökelpoisuuden erinomaisen laatuluokan raja-arvon (1,5 FNU). Lähempänä rannikkoa sijaitsevilla näytepisteillä vesi oli sameampaa. Suurimmat keskimääräiset sameudet mitattiin Merikarvian Peipunlahdella (näyte-

piste 20), Olkiluodonvedellä (näytepiste 26), Porin Pihlavanlahdella (näytepiste 32) ja Eurajoensalmella (näytepiste 33). Suurin yksittäinen sameusarvo mitattiin Olkiluodonvedellä, 13 FNU. Yksittäisten mittausarvojen vaihtelu oli suurinta lievää sameutta ilmentävissä vesissä, mutta myös sameimmissa vesissä, kuten Eurajoensalmella.

Peipunlahdella (näytepiste 20) ja Pihlavanlahdella (näytepiste 32) makeiden jokivesien vaikutukset olivat selvästi todettavissa kaikkina havaintoajankohtina. Peipunlahdella Merikarvianjoen suulla veden sameudet vaihtelivat 5.2-8.8 FNU ja sähkönjohtavuudet 7.3-57 mS/m. Pihlavanlahdella sameudet vaihtelivat välillä 5.4-8.6 FNU ja sähkönjohtavuudet 21.5-51.6 mS/m. Yhtälailla Eurajoensalmessa, Eurajoen Kuivalahdensalmessa ja Eurajoen Olkiluodonvedellä koko kesäkauden sameusarvot olivat selvästi koholla.

Ahlaisten saaristossa (näytepiste 12 ja 13), Haminanholmassa (näytepiste 14), Merikarvian edustalla (näytepiste 16, 19 ja 37) sekä Kasalanjoen edustalla (näytepiste 17 ja 18) makeiden jokivesien vaikutukset olivat selvästi todettavissa kesäkuun havaintoajankohtana. Veden sameusarvot vaihtelivat näytepisteillä 0.77-8.0 FNU ja sähkönjohtavuudet 67.2-96.4 mS/m. Heinä-elokuun ja syyskuun havaintoajankohtina jokivesien vaikutukset olivat havaittavissa rannikon läheisillä näytepisteillä. Uloimpana sijaitsevilla näytepisteillä merivesien vaikutukset olivat selvemmät, ja veden sähkönjohtavuudet olivat samaa tasoa kuin tutkimusalueen eteläosassa.

Eurajoen pohjoispuolisella merialueella sähkönjohtavuudet olivat keskimäärin korkeammat ja vaihtelu havaintojakson välillä oli suurempaa kuin Pyhämaan ja Rauman merialueella. Pohjoisen merialueen uloimpien näytepisteiden sähkönjohtavuusarvot olivat samaa tasoa kuin eteläosan kaikkien näytepisteiden.

Fosforipitoisuudet kesän tarkkailukertojen keskiarvona vaihtelivat selvitysalueella välillä 9.3-46.3 µg/l (kuva 3). Keskimääräiset fosforipitoisuudet olivat suurimmat Merikarvian Peipunlahdella (näytepiste 20), Porin Pihlavanlahdella (näytepiste 32) ja Ahlaisten edustalla (näytepiste 13) ja Eurajoen Olkiluodonvedellä (näytepiste 26). Pienimmät keskimääräiset fosforipitoisuudet (< 12 µg/l) olivat uloimmilla alueilla Luvian edustan saaristossa Nöppelin lounaispuolella (näytepiste 22) ja Truutkruntin kaakkoispuolella (näytepiste 21) sekä Porin Mäntyluodon kaakkoispuolella Outoorin saariston läheisyydessä (näytepiste 31). Näytteenottojaksojen välinen vaihtelu oli suurinta näytepisteillä, joiden keskiarvot noin 20 µg/l luokkaa. Sen sijaan korkeiden ja alhaisten keskiarvopitoisuuksien näytepisteillä vaihtelu oli vähäisempää.

Typipitoisuudet kesän näytteenottojaksojen keskiarvoina vaihtelivat tutkimusalueella välillä 263–923 µg/l (kuva 4). Keskimääräiset typipitoisuudet olivat suurimmat Merikarvian Pieskerinlahdella (näytepiste 17), Merikarvian Peipunlahdella (näytepiste 20) ja Porin Pihlavanlahdella (näytepiste 32). Pienimmät keskimääräiset typipitoisuudet olivat Porin Kuuminaistenniemen kärjessä (näytepiste 36), Porin Viasvedenlahdella (näytepiste 10) ja Luvian edustalla Nöppelin lounaispuolella (näytepiste 22), Isomaan eteläpuolella ja Truutkruntin kaakkoispuolella (näytepiste 21). Vaihtelu eri näytteenottojakson välillä oli merkittävää.

A-klorofyllipitoisuudet kesän tarkkailukertojen keskiarvoina vaihtelivat välillä 1 – 17 µg/l. Suurimmat keskimääräiset pitoisuudet havaittiin Pieskerinlahdella (näytepiste 17), Peipunlahdella (näytepiste 20), Merikarvian Haminanholmassa (näytepiste 14), Ahlaisten edustalla (näytepiste 13) ja Pihlavanlahdella (näytepiste 32). Pienimmät keskimääräiset klorofyllipitoisuudet olivat Porin Preiviikinlahdella (näytepiste 11), Viasvedenlahdella (näytepiste 10), Kuuminaistenniemen kärjessä (näytepiste 36) ja Rauman Nurmeksen pohjoisosan edustalla (näytepiste 34). Vaihteluväli oli suurinta keskiarvoilla 2-4 µg/l, mutta myös osalla korkean pitoisuuden näytepisteistä.

Keskimääräisten klorofyllipitoisuuksien perusteella selvitysalueen pohjoisosan sisävedet sijoituivat rehevyysluokituksessa reheviksi Kräin edustaa (näytepiste 19) lukuun ottamatta (kuva 5). Pieskerinlahti (näytepiste 17), Peipunlahti (näytepiste 20), Haminanholma (näytepiste 14), Ahlaisten edusta (näytepiste 13) ja Pihlavanlahti (näytepiste 32) olivat kaikki reheviä merialueita. Muut merialueet Porista pohjoiseen olivat lievästi reheviä. Preiviikinlahti, Kuuminaistenniemi ja Viasvedenlahti olivat karuja vesialueita. Luvian edustan näytepisteet indikoivat lievästi reheviä merialueita kuten myös Kuivalahdensalmi (näytepiste 6) ja Eurajoensalmi (näytepiste 33) sekä Sorkanlahti (näytepiste 4) ja Olkiluodonvesi (näytepiste 26). Rauman edustan sisämerialue oli Unajanlahti (näytepiste 28) mukaan lukien lievästi rehevä. Sen sijaan Nurmeksen pohjois- ja eteläosien pisteet (näytepiste 24 ja 34) ilmensivät karuja vesiä. Rihtniemen edusta (näytepiste 1) oli karu, mutta Pyhämaan merialueella vedet olivat lievästi reheviä.

Ekologisen luokittelun testaus a-klorofyllipitoisuudella osoitti, että Selkämeren eteläosassa -Luvialta etelään- luokittelu vastasi pitkälle yleisen käyttökelpoisuusluokituksen arvioita meren tilasta (kuva 6). Havaintopisteiden tila vaihteli pääosin erinomaisen ja tyydyttävän välillä. Ainoastaan Unajanlahden ja Olkiluodonveden tila oli välttävä,

mikä johtuu todennäköisesti Lapin- ja Unajanjoien tuomasta kuormituksesta ja veden heikosta vaihtuvuudesta alueilla. Sen sijaan pohjoisosissa klorofylliperusteisen luokittelun mukaan merialueen tila oli paikoin heikompi. Pihlavanlahden tila oli huono ja Ahlaisten saariston tila oli välttävä. Muissa pohjoisosan näytepisteissä tila oli tyydyttävä. Poikkeuksena olivat Preiviikinlahti ja Viasvedenlahti, jotka ilmensivät erinomaista tilaa. Jokusuijien tuloksiin vaikuttaa voimakkaasti jokivesien kuljettama ravinne- ja kiintoainekuormitus. Täten suojaisia jokisuijia, kuten Pihlavanlahtea, ei voida pitää aitoina merialueina, joten merialueille suunniteltu ekologinen luokittelu ei sovellu hyvin näille alueille.

Kasviplanktonin biomassa ja lajisto

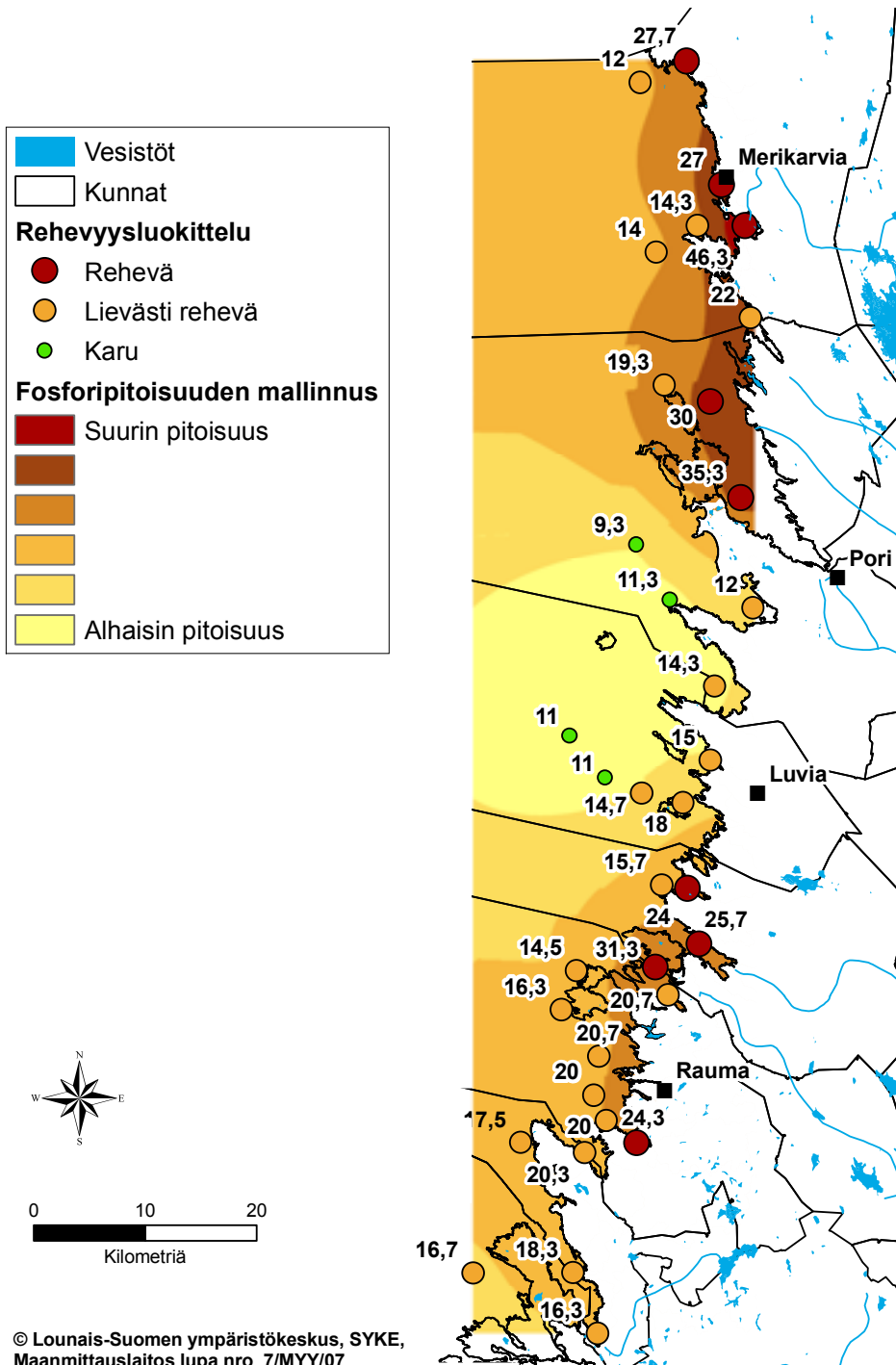
Kasviplanktonin lajisto ja biomassa vaihtelevat voimakkaasti ajankohdan mukaan. Selvityksen kasviplanktonitulokset perustuivat heinä-elokuun vaihteessa otettuihin näytteisiin, joten tulokset ilmentävät sen ajankohdan tilaa. Kasviplanktonin kokonaisbiomassat olivat pääosin pieniä ja koostuivat pienikokoisista lajeista. Biomassat tutkituilla näytepisteillä vaihtelivat välillä 168–3153 µg/l (= mg/m³) (kuva 7). Suurimmat biomassat olivat Pihlavanlahdella ja Ahlaisten saaristossa (näytepiste 32 ja 13) eli samoilla alueilla joilla kesän keskimääräiset klorofyllipitoisuudet olivat suurimmat. Pienimmät biomassat olivat Viasvedellä (näytepiste 10) ja Nurmeksen eteläpään näytepisteellä (näytepiste 24).

Kaikilla näytepisteillä esiintyivät runsaina pii- (*Diatomophyceae*) ja nielulevät (*Cryptophyceae*), jotka koostuivat pääosin pienikokoisista lajeista *Plagioselmis prolunga*, *Hemiselmis virescens* ja *Teleaulax* spp., jotka kaikki ovat yleisiä merialueen nielulevälajeja. Myös sini- (*Cyanophyceae*) ja viherleviä (*Chlorophyceae*) esiintyi kaikilla näytepisteillä.

Sinilevien määrät näytepisteittäin vaihtelivat välillä 8,7–293,4 µg/l ja osuudet kasviplanktonin kokonaisbiomassasta 2–37 %. Eniten niitä oli pisteellä 9. Pitoisuudet olivat pääsääntöisesti kuitenkin melko alhaisia. Valtalajeina sinilevissä olivat *Aphanizomenon* sp., *Merismopedia* spp. ja ryhmä *Oscillatoriales*. Isokokoista ja runsaana esiintyessään myrkyllistä *Nodularia* sp. -sinilevää esiintyi neljällä näytepisteellä (näytepiste 1, 2, 22 ja 30), mutta sen määrät olivat suhteellisen pieniä (1–25 µg/l).

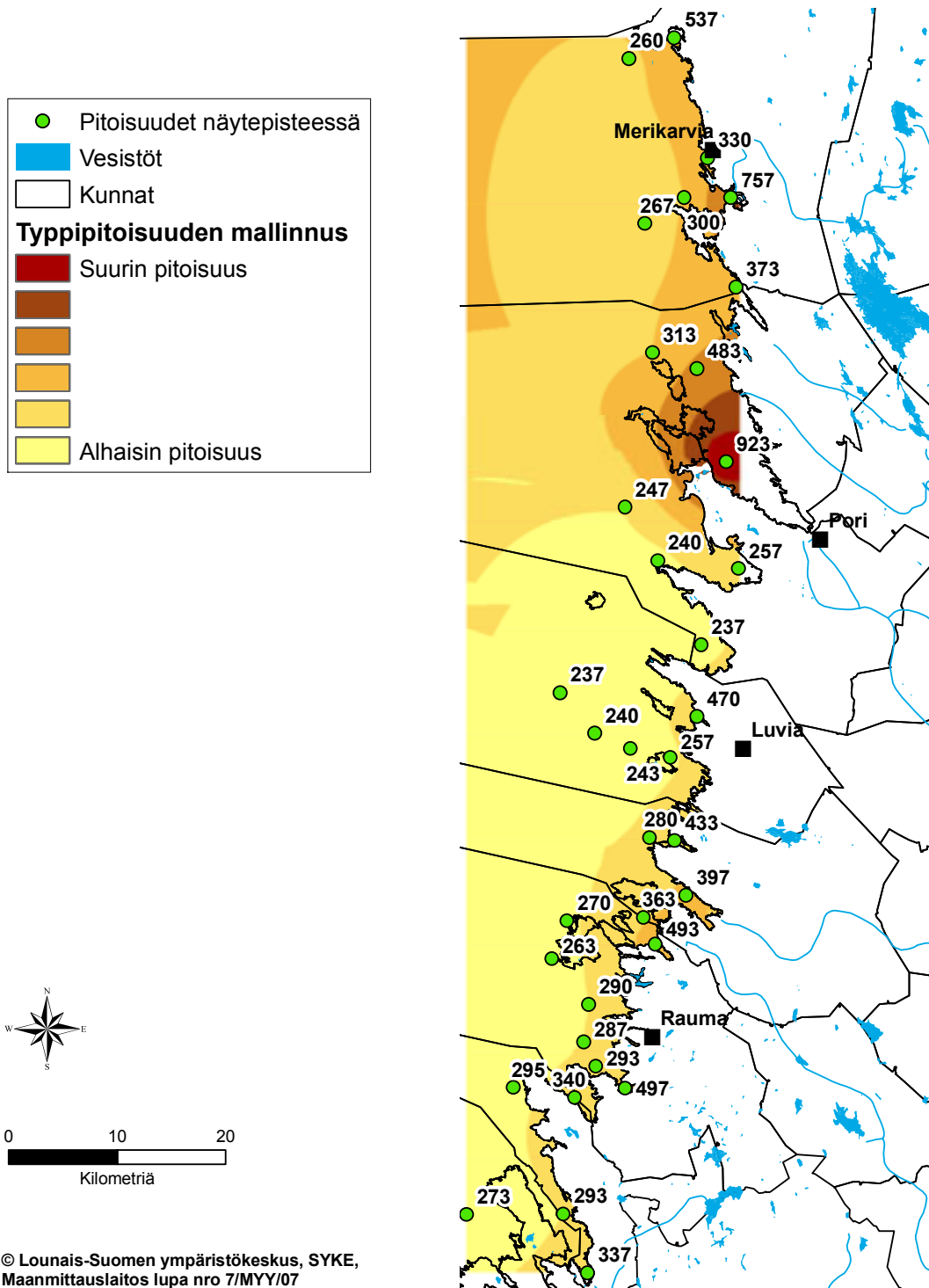
Yhtälailla ravinteisissa vesissä viihtyvien silmälevien määrät olivat alhaisia kaikilla näytepisteillä. Eniten silmäleviä oli Pihlavanlahdella, hieman yli 100 µg/l. Muissa pisteissä pitoisuudet olivat selvästi alhaisemmat ja monilta pisteiltä silmälevät myös puuttuivat.

Keskimääräiset kokonaisfosforipitoisuudet ($\mu\text{g/l}$) ja rehevyysluokittelu sekä kokonaisfosforipitoisuuksien mallinnus kesällä 2007



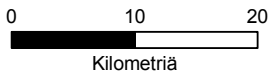
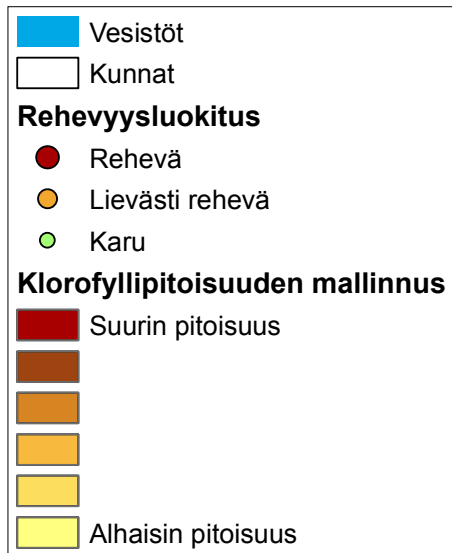
Kuva 3. Keskimääräiset kokonaisfosforipitoisuudet kesän 2007 näytteiden (25.6.-5.9.) perusteella ja pitoisuuksien mallinnus koko selvitysalueelle sekä rehevyysarvio.

Keskimääräiset kokonaistyyppipitoisuudet ($\mu\text{g/l}$) ja kokonaistyyppipitoisuuksien mallinnus kesällä 2007

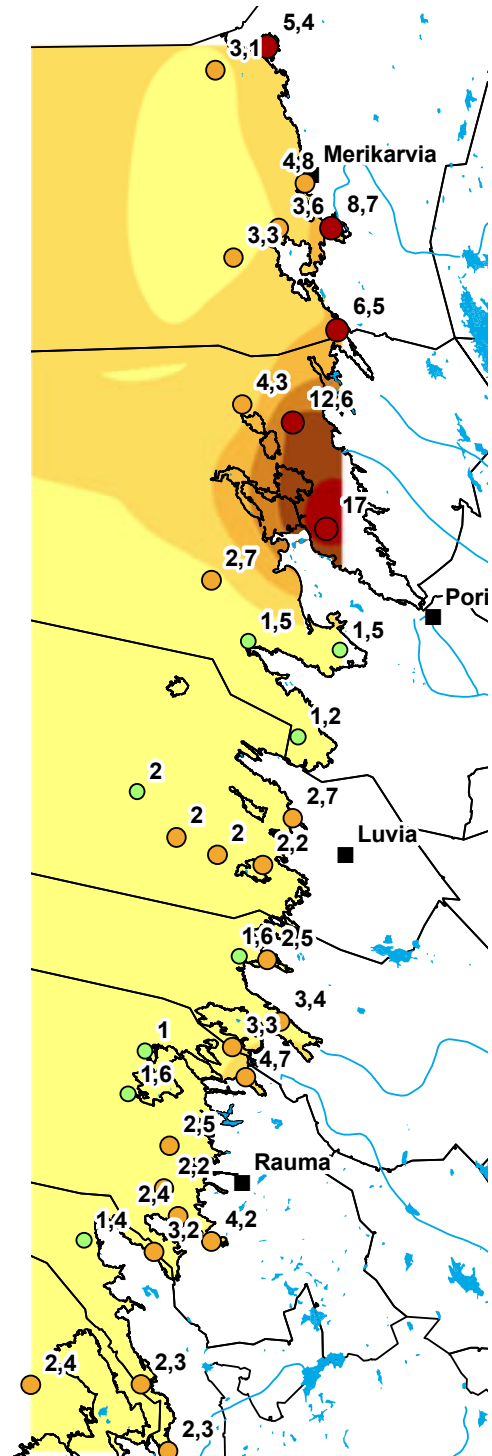


Kuva 4. Keskimääräiset kokonaistyyppipitoisuudet kesän 2007 näytteiden (25.6.-5.9.) perusteella ja pitoisuuksien mallinnus koko selvitysalueelle.

Keskimääräiset a-klorofyllipitoisuudet ($\mu\text{g/l}$) ja rehevyyssuokittelu sekä klorofyllipitoisuuksien mallinnus kesällä 2007

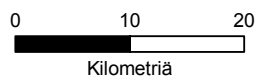
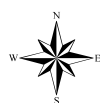


© Lounais-Suomen ympäristökeskus, SYKE,
Maanmittauslaitos lupa nro 7/MYY/07

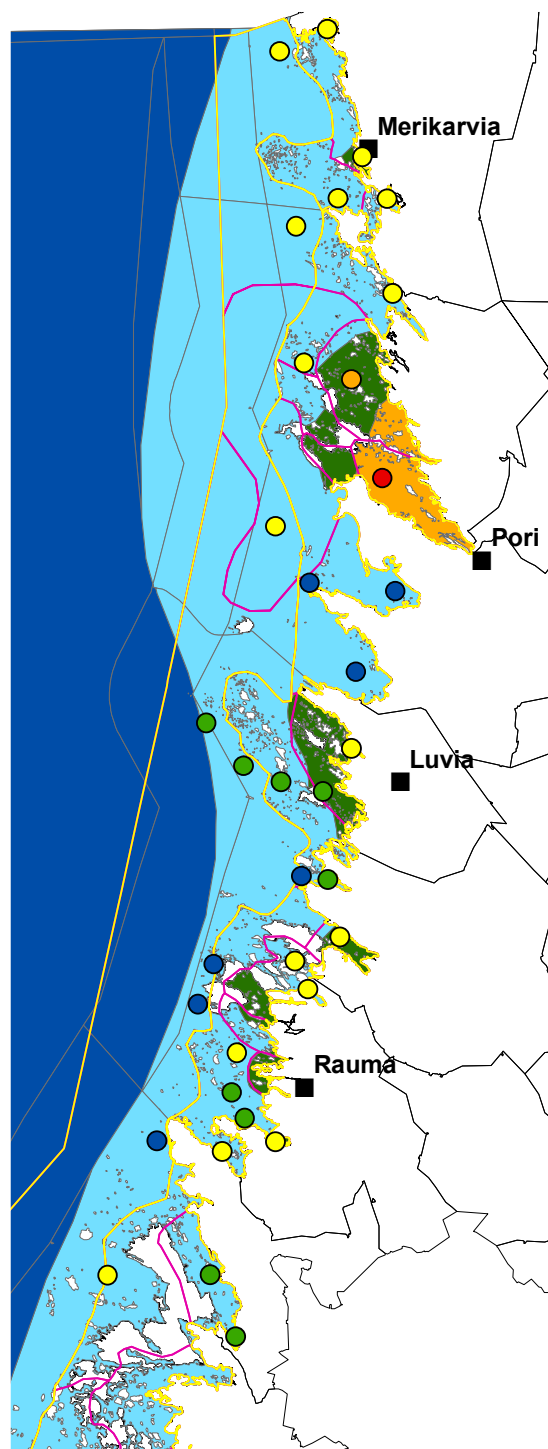


Kuva 5. Keskimääräiset a-klorofyllipitoisuudet kesän 2007 näytteiden (25.6.-5.9.) perusteella ja pitoisuuksien mallinnus koko selvitysalueelle sekä rehevyyssarvio.

Ekologisen luokittelun testaus keskikesän (23.7.-5.9.) 2007 a-klorofylliarvoilla



© Lounais-Suomen ympäristökeskus, SYKE



Kuva 6. Ekologisen luokittelun testaus a-klorofyllipitoisuuksilla kesän 2007 vedenlaatunäytteisiin (23.7.-5.9.) perustuen. Taustalla oleva yleinen käyttökelpoisuusluokitus on tehty merialueelle vuoden 2000-2003 näytteiden perusteella.

Ahlaisten saaristo osoittautui reheväksi merialueeksi kasviplanktonin biomassan perusteella (kuva 8). Useat merialueet Selkämeren pohjoisosissa olivat lievästi reheviä. Sen sijaan Selkämeren eteläosissa useimmat merialueet olivat karuja muutamia rannikon läheisiä alueita lukuunottamatta.

Selvitysalueen pohjoisosa

Malskerin länsipuolella (näytepiste 18) nielu- ja piilevät olivat yleisimpiä. *Plagioselmis prolunga* -nielulevät ja *Thalassiosira baltica*-piilevät muodostivat yhdessä noin puolet kokonaisbiomassasta. Pieskerinlahdella Kasalanjoen suulla (näytepiste 17) panssarilevät olivat biomassasta vallitsevin leväryhmä yhdessä nielu- ja piilevien kanssa. *Plagioselmis prolunga* -nielulevät ja *Protoperidium pellucidum* -panssarilevät olivat runsaimmat lajit.

Lankoslahdella (näytepiste 19) *Plagioselmis prolunga* -nielulevät olivat selvästi runsaimpia. Samoin ryhmän ”muut” heterotrofinen *Ebria tripartita* -laji esiintyi runsaana. Kuitenkin lajin paikka leväsysteematiikassa on epäselvä. Huiskerinlahdella (näytepiste 16) nielu- ja piilevät olivat vallitsevassa asemassa, mutta myös *Ebria tripartita* havaittiin. Muita yksittäisiä lajeja olivat piileviin kuuluva *Eupodiscales* sp. ja nieluleviin kuuluva *Plagioselmis prolunga*.

Merikarvianjoen suulla (näytepiste 20) lajisto oli monipuolista. Nielu-, pii- ja viherlevät olivat runsaimpia. *Aulacoseira* sp. ja *Gonyostomum semen* olivat yleisimpiä 10-20 % osuuksillaan. Merikarvian edustan kauimmaisella havaintopaikalla (näytepiste 37) nielu- ja piilevät olivat vallitsevia. *Coscinodiscus granii* oli selvästi runsain laji.

Haminanholmassa (näytepiste 14) *Plagioselmis prolunga* -nielulevät olivat selvästi runsaimpia. Myös Ahlaisten saariston länsipuolella Santakarrassa (näytepiste 12) lajimäärä oli melko suuri ja piilevät (*Diatoma tenuis*) olivat yleisimpiä ja runsaimpia. Myös sinileviin kuuluvan *Aphanizomenon* sp. suvun lajit esiintyivät runsaina. Lajin merellä esiintyvät kukinnot on todettu myrkyttömiksi.

Yhtälailla Ahlaisten saaristossa ja Pihlavanlahdella lajimäärä oli suuri verrattuna useimpien muiden näytepisteiden lajistoon. Kummallakin alueella piilevät vallitsivat, mutta lajit vaihtelivat. Ahlaisten saaristossa (näytepiste 13) *Diatoma tenuis* ja *Pyramimonas* sp. olivat lajeista runsaimpia, kun taas Pihlavanlahdella (näytepiste 32) *Diatoma tenuis* yhdessä nieluleviin kuuluvien *Plagioselmis prolunga* ja *Pandorina charkowiensis*:n kanssa olivat vallitsevia.

Näytepisteellä 31, joka on Preiviikinlahden uloin piste, kasviplanktonin lajisto oli ryhmittäin tasaisesti jakautunut. Nielu-, pii- ja sinilevät olivat runsaimpia noin 20 prosentin osuuksilla. Lajeista piilevien *Eupodiscales* sp., nielulevien *Plagioselmis prolunga* ja sinilevien *Aphanizomenon* sp. biomassat olivat suurimmat.

Preiviikinlahdella (näytepiste 11) kulta- ja nielu-levät sekä panssarilevät olivat vallitsevia. Lajisto oli melko monipuolinen ja yleisimpiä lajeja olivat nielulevien *Teleaulax* sp. ja kultalevien *Uroglena* sp.

Kuuminaistenniemen kärjen (näytepiste 36) ja Viasveden (näytepiste 10) lajisto oli hyvin samankaltainen. Vallitsevia kasviplanktoneita olivat nielu- ja sinilevät. Myös siimalevää havaittiin jonkin verran. Runsaimpia lajeja olivat *Aphanizomenon* sp., *Ebria tripartita* ja *Plagioselmis prolunga*.

Selvitysalueen eteläosa

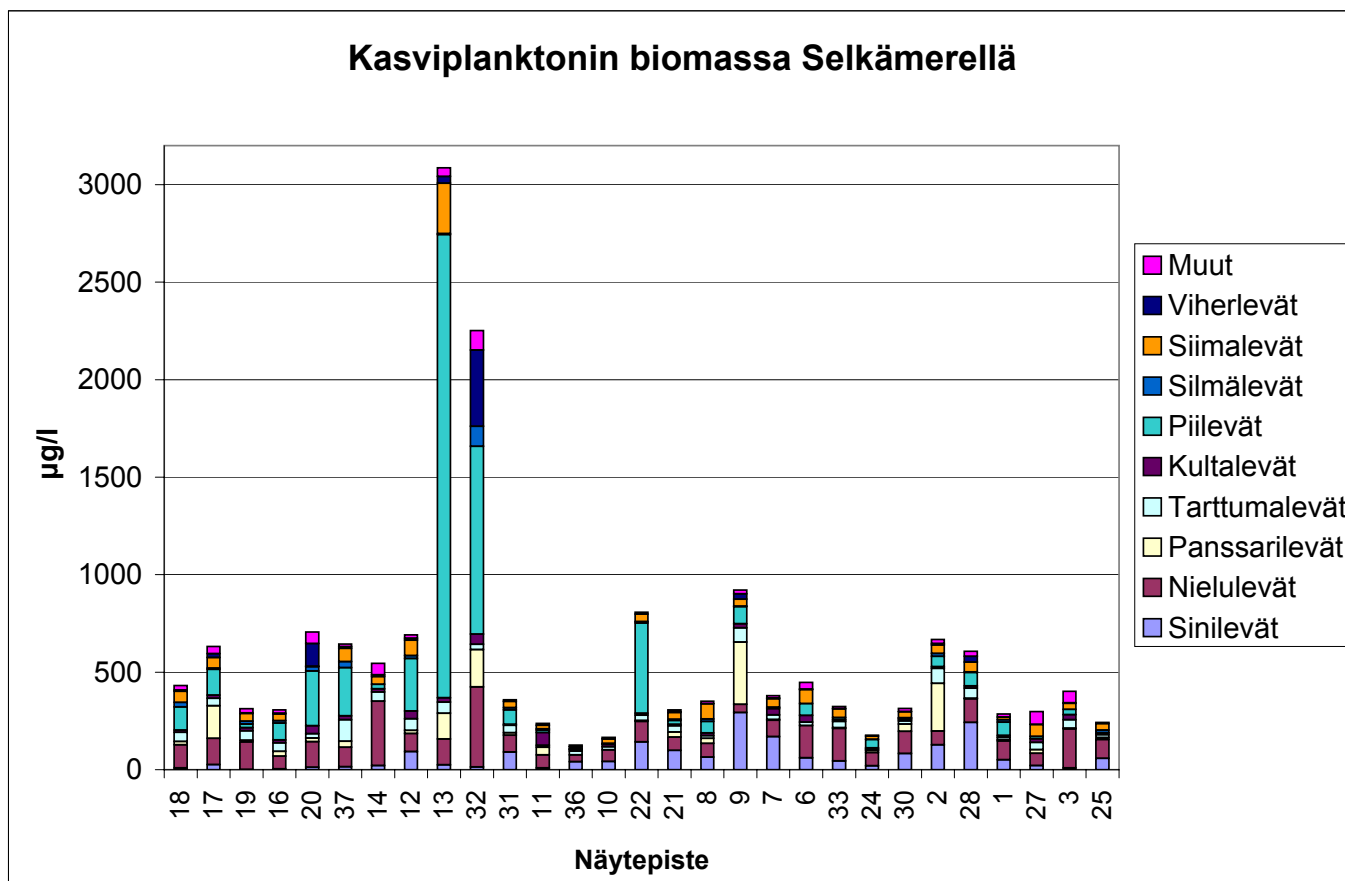
Luvian edustan uloimmassa pisteessä (näytepiste 22) piilevät olivat selvästi runsain ryhmä, jonka vallitsevin laji oli *Coscinodiscus granii*. Luvian edustan saariston keskiosassa (näytepiste 8 ja 21) lajistojakama oli monipuolisempi. Nielu-, pii-, siima- ja sinilevät olivat yhdessä yleisimpiä. Yksittäisistä lajeista *Aphanizomenon* sp., *Plagioselmis prolunga*, *Eupodiscales* sp. ja *Ebria tripartita* olivat yleisimpiä hieman yli 10 % osuuksilla.

Rannikonläheisellä näytepisteillä (näytepiste 7 ja 9) sinilevät olivat selvästi suurin ryhmä. *Aphanizomenon* sp., *Anabaena* sp. ja *Chroococcales* sp. olivat vallitsevina. Myös panssarileviä tavattiin rannan läheisyydessä.

Kuivalahdensalmessa (näytepiste 6) vallitsivat selvästi nielulevät, minkä lisäksi tavattiin puolet pienemmillä biomassoilla pii-, siima- ja sinileviä. Runsaimmat lajit olivat *Hemiselms virescens*, *Teleaulax* spp., *Coscinodiscus* sp. ja *Ebria tripartita* -levä. Eurajoensalmessa (näytepiste 33) vallitsevin ryhmä oli selvästi nielulevät, ja niistä varsinkin laji *Plagioselmis prolunga*.

Nurmeksen eteläpuolen (näytepiste 24) näytteessä biomassat olivat pieniä ja valtaryhminä olivat nielu- ja piilevät. *Pyramimonas virginica* yhdessä lajien *Hemiselms virescens* ja *Plagioselmis prolunga* kanssa olivat vallitsevina. Rauman edustalla (näytepiste 30) nielu- ja sinilevät hallitsivat biomassaa. Yleisimmät lajit olivat *Aphanizomenon* sp. ja *Plagioselmis prolunga*.

Unajanlahdella (näytepiste 2) kasviplanktonissa vallitsivat panssarilevät (*Dinophyceae*). Lajeja oli paljon, mutta yksikään laji ei ollut selvästi vallitsevassa asemassa. Kuurovahassa (näytepiste 28) vallitsivat sinilevät. Sinilevissä valtalajeina olivat



Kuva 7. Kasviplanktonin biomassa heinä-elokuun vaihteessa (23.7.-2.8.2007). Näytepisteet ovat maantieteellisessä järjestyksessä pohjoisesta etelään. Lisäksi Ahlaisten saaristossa (näytepiste 13) esiintyi erittäin vähän keltalevää ja Nurmeksen eteläpuolella (näytepiste 24) ja Mannerveden perukassa (näytepiste 3) tavattiin vähäisiä määriä yhtymäleviä. Merikarvianjoen suulla (näytepiste 20) tavattiin vähäisiä määriä kelta- ja yhtymäleviä.

pienet koloniaaliset *Merismopedia* sp. -lajit sekä isokokoinen tikkumainen *Aphanizomenon* sp. *Merismopedia*-lajeista ei tiettävästi ole todettu myrkyllisiä kantoja.

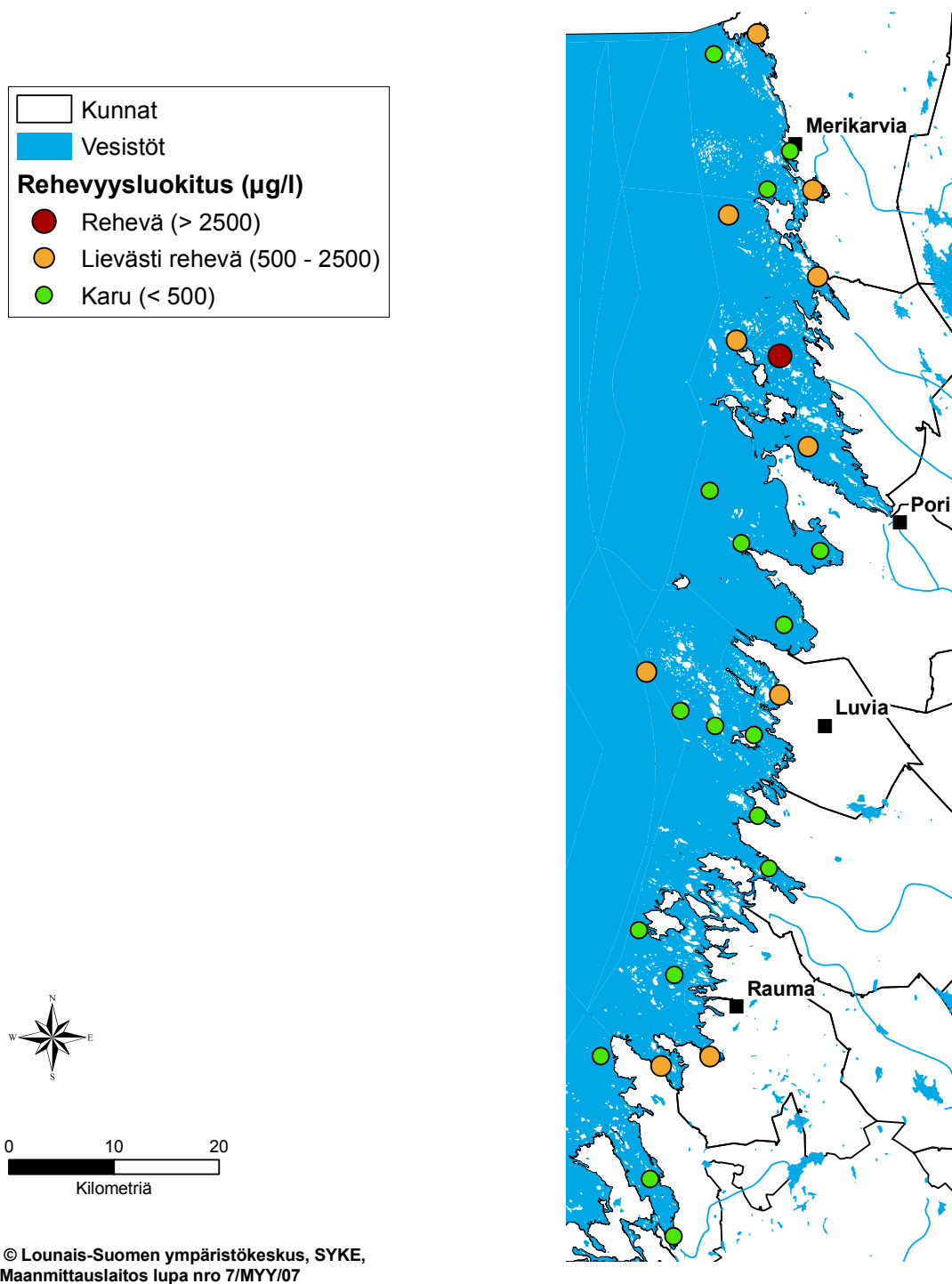
Rihtiemen edustalla (näytepiste 1) biomassassa vallitsivat nielu-, pii- ja sinilevät, kun dominoivat lajit olivat *Aphanizomenon* sp., *Plagioselmis prolunga* ja *Bacillariales* sp. Mannervedellä perukassa (näytepiste 3) lajisto erosi uloimmasta pisteestä. Perukassa vallitsivat erityisesti nielulevät sekä lisäksi ryhmä ”muut”, jossa varsinkin heterotrofinen *Ebria tripartita* -laji oli runsas.

Uloimmassa pisteessä (näytepiste 27) vallitsi ryhmä muut, jossa valtalajeina olivat varsinkin *Ebria tripartita* ja tunnistamattomat leväsolut eli monadit sekä *Plagioselmis prolunga*. Tervaletoissa (näytepiste 25) biomassat olivat pieniä ja valtaryhminä olivat nielu- ja sinilevät.

Selkämeren rehevyystaso ja laatuluokka

Kokonaisvaltainen vedenlaatuperusteinen rehevyystaso saatiin, kun yhdistettiin yksittäiset luokitukset biologisista ja vedenlaatu tuloksista. Kaiken kaikkiaan rehevyysluokituksen taso vaihteli samansuuntaisesti veden sähkönjohtavuuden ja sameuden kanssa. Merivesien ja jokivesien suhde määritteli paikoitellen hyvin pitkälle veden rehevyystason. Rannikonläheiset merialueet olivat keskimäärin rehevämpiä kuin uloimmat merialueet. Esimerkiksi Kokemäenjoen vaikutukset näkyivät myös selvästi Pihlavanlahdella ja sen pohjoispuolella, joissa mitattiin korkeita fosfori- ja klorofyllipitoisuuksia sekä kasviplanktonin biomassoja. Lisäksi ravinnepitoisuuksien mallinnoissa Kokemäenjoen vaikutus oli havaittavissa rannikkovesissä aina Merikarvialle saakka. Vedenlaatuun vaikutti myös merialueen mataluus. Matalilla vesialueilla tuulet pääsevät sekoittamaan pohjasedimenttiä veteen, mikä aiheuttaa veden samentumista ja myös ravinnetason nousua.

Kasviplanktonin rehevyyssuokitus biomassan ($\mu\text{g/l}$) perusteella kesällä 2007



Kuva 8. Selkämeren rehevyyssuokitus kasviplanktonin biomassan perusteella. Näytteet on otettu 23.7.-2.8. välisenä aikana.

Selvitysalueen pohjoisosa

Merikarvian edustalla vedenlaatu oli heikoimmillaan Merikarvian jokisuussa Peipunlahdessa, joka oli rehevää ja käyttökelpoisuusluokituksen perusteella välttävällä tasolla. Kuitenkin levän suhteellisesti alhainen määrä indikoi käyttökelpoisuudeltaan tyydyttävää tilaa, mikä viittaa siihen, että kaikki fosfori ei ollut leville käyttökelpoisessa muodossa. Näytepiste 19 oli myös rehevä ja sen vedenlaatu oli käyttökelpoisuudeltaan tyydyttävä, ekologisessa luokittelun testauksessa välttävä. Uloimmat näytepisteet 16 ja 37 olivat lievästi reheviä ja niiden käyttökelpoisuus oli hyvässä luokassa. Huiskerinlahdella kasviplanktonin biomassassa ilmensi jopa karuja olosuhteita. Kasalanjoen edustalla makeiden jokivesien vaikutuksesta vesi oli lievästi rehevää ja se oli käyttökelpoisuudeltaan tyydyttävällä tasolla, mutta ekologinen testaus ilmensi välttävää tasoa. Lievästi rehevän vesistön raja ylittyi niukasti planktonin biomassaluokituksessa. Merikarvian Malskerin länsipuolella näytepisteellä 18 käyttökelpoisuus oli parempi, mutta merialue oli silti lievästi rehevää. Alue luokitui käyttökelpoisuudeltaan kuitenkin hyvään luokaan. Fosforipitoisuus ilmensi jopa erinomaista käyttökelpoisuutta, vaikka klorofyllimittarit luokittivat pisteen heikommin.

Selvitysalueen Porin Pihlavanlahden pohjoispuoleisen osan rannikon läheinen vesialue voitiin kokonaisuudessaan luokitella reheväksi. Pihlavanlahti oli käyttökelpoisuudeltaan välttävässä tilassa, vaikka klorofyllin ekologinen testaus sijoitti alueen huonoon luokaan. Kasviplanktonin kokonaisbiomassan perusteella alue alitti rehevän vesistön rajan vain lievästi rehevä. Myös Ahlaisten saaristossa näytepiste 13 käyttökelpoisuuden laatuluokitus oli vastaava, vaikka pitoisuudet olivat hyvin lähellä tyydyttävää luokkaa. Näytepiste ilmensi kuitenkin lievästi rehevää vesialuetta, vaikka kasviplanktonin kokonaisbiomassa indikoi rehevää vesistöä ja määrät olivat korkeammat kuin Pihlavanlahdella. Ahlaisten saariston uloimmalla pisteellä 12 pitoisuudet laskivat edelleen ilmentäen käyttökelpoisuudeltaan tyydyttävää laatuluokkaa, ekologisessa testauksessa välttävää luokkaa. Merialue oli lievästi rehevä kaikkien mittareiden perusteella. Merikarvian Haminanholma oli lievästi rehevä vesialue ja sen vesi oli käyttökelpoisuudeltaan tyydyttävää, vaikka ekologinen testaus ilmensi välttävää luokkaa.

Selvitysalueen eteläosa

Luvian edustalla, Porin Viasvedenlahdella ja Porin Preiviikinlahdella vedet olivat tulosten perusteella karuja tai vain lievästi reheviä. Preiviikinlahti voitiin luokitella kaikilla mittareilla karuksi ja käyttökelpoisuudeltaan erinomaiseksi vesialueeksi. Ainoastaan Preiviikinlahden uloin piste 31 luokitui käyttökelpoisuudeltaan hyväksi vesialueeksi, koska klorofyllimittarit eivät ilmentäneet erinomaista tilaa. Viasvedenlahdella keskimääräinen fosforipitoisuus oli lievästi reheville vesille ominaista, mutta klorofyllipitoisuus ja kasviplanktonin biomassa todettiin karuille vesille ominaiseksi. Täten merialue luokitui käyttökelpoisuudeltaan hyväksi.

Luvian edustan näytepisteillä 7, 8 ja 9 vesi oli karua tai lievästi rehevää ja käyttökelpoisuudeltaan pisteet ilmensivät hyvää luokkaa. Luvian edustan muilla näytepaikoilla (21 ja 22) fosforipitoisuudet ilmensivät karuja vesiä, mutta klorofyllipitoisuudet indikoivat lievää rehevyyttä. Näytepisteellä 22 kasviplanktonin biomassat ilmensivät karuja vesiä, mutta siitä huolimatta kummatkin pisteet olivat käyttökelpoisuudeltaan hyvässä laatuluokassa.

Eurajoen Kuivalahdensalmi (näytepiste 6) ilmensi lievästi rehevää merialuetta, vaikka fosforipitoisuus oli lievästi rehevän ja rehevän rajalla. Toisaalta kasviplanktonin biomassan perusteella alue oli karu, joten se luokitui käyttökelpoisuudeltaan hyvään tilaluokaan. Viereinen, ulompi salmen näytepiste (5) osoittautui karuksi alueeksi ja oli käyttökelpoisuudeltaan erinomaisessa luokassa. Eurajoensalmi (näytepiste 33) oli samantyyppinen rehevyydeltään kuin Kuivalahdensalmen sisempi näytepiste, mutta se oli kuitenkin käyttökelpoisuudeltaan tyydyttävässä luokassa. Olkiluodonvesi (näytepiste 26) oli kokonaisfosforipitoisuuden perusteella rehevä vesialue, joka luokitui käyttökelpoisuudeltaan tyydyttävään luokaan, vaikka ekologinen testaus ilmensi jopa huonoa tilaluokkaa. Sorkanlahti (näytepiste 4) oli lievästi rehevä ja ilmensi käyttökelpoisuudeltaan tyydyttävää vesialuetta. Kuitenkin ekologinen testaus rajasi alueen huonoon luokaan.

Rauman Nurmeksen länsipuoliset pisteet (näytepiste 34 ja 24) olivat myös lievästi reheviä, mutta käyttökelpoisuudeltaan erinomaisessa tilassa. Rauman edustan merialue (näytepiste 26, 29 ja 30) oli lievästi rehevä ja käyttökelpoisuudeltaan hyvässä tilassa, vaikka fosforipitoisuusperusteissa luokituksessa tyydyttävän tilan raja jopa ylittyi. Toisaalta havaintopisteen 30 kasviplanktonin biomassassa oli selvästi karun veden puolella.

Rauman Unajanlahden (näytepiste 2) sulkeutuneisuuden vuoksi alue oli lievästi rehevä ja käyttökelpoisuudeltaan tyydyttävässä tilaluokassa.

Rihtniemen itäpuolinen vesialue (näytepiste 28) oli lievästi rehevä. Se luokitui käyttökelpoisuudeltaan hyvään tilaan, vaikka ekologinen testaus ilmensi ainoastaan välttävää tilaa. Rihtniemen edusta (näytepiste 1) oli myös lievästi rehevä, vaikka klorofyllipitoisuus ja kasviplanktonin biomassa ilmensivät karua vesialuetta. Merialue oli käyttökelpoisuudeltaan erinomaisessa tilassa, huolimatta ekologisen testauksen hyvästä tilaluokasta.

Pyhämaan Mannervesi oli kokonaisuudessaan lievästi rehevä huolimatta kasviplanktonin biomassan karuutta ilmentävistä tuloksista. Kahden näytepisteen (näytepiste 3 ja 27) välillä ei ollut merkittäviä eroja. Mannervesi ilmensi hyvää käyttökelpoisuutta, myös ekologisessa testauksessa. Pyhämaan ulkomerialueen Tervaleetossa (näytepiste 25) vesialue oli lievästi rehevä ja alue luokitui käyttökelpoisuudeltaan hyvää luokkaan. Hieman yllättäen ekologinen testauksessa merialue oli tyydyttävässä tilaluokassa.

Ekologinen testaus klorofyllipitoisuuksilla antoi poikkeuksetta heikompia laatuluokituksia kuin yleinen käyttökelpoisuus- ja rehevyysluokitus. Yhden ainoan muuttujan samana vuonna tehtyjen kahden näytekerän tuloksien perusteella ei voida tehdä pitkälle meneviä johtopäätöksiä, mutta jos klorofyllimuuttuja antaa suuntaa ekologiselle luokittelulle, niin vesientilan luokittelu tulee kiristymään.

Selkämeren vedenlaadun kehitys

Selkämeren ravinnepitoisuudet ovat yleisesti huomattavasti alhaisempia kuin Saaristomerellä (Suomela 2001). Kesän keskimääräiset fosforipitoisuudet ovat olleet hieman yli 20 µg/l:ssa ja klorofyllipitoisuudet ovat vaihdelleet 4 µg/l molemmin puolin. Pitoisuudet ovat olleet selvästi korkeampia kuin Selkämerellä. Kuitenkin Uudenkaupungin edustan ulkosaaristossa pitoisuudet olivat jo alhaisempia kuin Saaristomerellä. Keskimääräiset fosforipitoisuudet olivat noin 15 µg/l ja klorofyllipitoisuudet noin 2 µg/l. Uudenkaupungin ulkosaariston ravinnetaso on samanlainen kuin Selkämeren eteläosan. Saaristomerellä kokonaisfosforipitoisuudet ovat laskeneet, mutta klorofyllipitoisuudet ovat nousseet 1990-luvun lopulta. Klorofyllipitoisuuksien nousu on tapahtunut lähinnä väli- ja ulkosaaristossa. Selkämerellä kokonaisfosforipitoisuudet ovat pääosin pysyneet samanlaisina, paitsi suurien pitoisuuksien alueilla ne ovat vähentyneet, ja klorofyllipitoisuudet ovat lähinnä kasvaneet (Kirkkala & Turkki 2005a, 2005b & Oravainen 2005).

Selvitysalueen pohjoisosa

Selvityksen tulokset olivat samansuuntaisia aikaisempien, lähinnä velvoitetarkkailuihin perustuvien, tuloksien kanssa, jotka ovat kuitenkin keskittyneet yksittäisille näytealueille. Merikarvian jätevedet lasketaan kaupungin edustalle Pikku Truutikarin läheisyyteen. Kunnassa on myös kalankasvatusta Ouran saaristossa sekä Kräsooran luoteispuolella. Vuoden 2006 jätevesien velvoitetarkkailun perusteella kaupungin edusta oli lievästi rehevä, kun taas sen pohjoispuoli Pärskerialahdelle saakka oli karu. Kummatkin alueet olivat käyttökelpoisuudeltaan hyvässä tilassa (Oravainen & Paakkinen 2007b). Paikoittaista happivajetta oli havaittavissa, vaikka pitoisuudet eivät laskeneet hälyttävän alhaisiksi. Kalankasvatuksen vaikutukset sen sijaan eivät ole vaikuttaneet merialueen kokonaistilaan, vaikka kasvattamojen rehevöittävä vaikutus on ajoittain ollut todettavissa niiden lähivesissä ravinnepitoisuuksissa ja perifytonin määrissä (Oravainen & Paakkinen 2005).

Merikarvian edustan merialueen pitkäaikainen rehevyyden trendi on ollut nouseva (Oravainen 2005), vaikka aivan viime vuosina taso onkin laskenut. Jokivesien, erityisesti Merikarvianjoen, ravinnekuormituksella ja tuulen voimakkuudella on suuri merkitys alueen rehevyytasoon. Merivedenlaatu heikkenee, kun jokivesien tuoma ravinnekuorma on tavallista korkeampi. Yhtälailla kovat tuulet sekoittavat pohjasedimenttiä veteen, mikä lisää veden sameutta ja fosforipitoisuutta.

Kokemaenjoen vaikutus ulottuu talvisaikaan jopa Merikarvian edustan merialueelle saakka, mutta kesäisin vaikutus ulottuu ainoastaan Alhaisten saaristoon meri- ja jokivesien hyvän sekoittumisen vuoksi. Joen virtaamalla ja sen tuomalla ravinnekuormituksella on suuri merkitys merialueen ravinnetason vaihteluille. Selvityksen Huiskerialahden (näytepiste 16) ja Mahan matalien (näytepiste 37) näytepisteiden ilmentämä tila oli yhteneväinen aikaisempien vuosien tilahavaintojen kanssa (Oravainen 2006). Merialueen rehevyyden vaihtelee karun ja lievästi rehevän välillä ja ne ovat käyttökelpoisuudeltaan hyvässä tilassa.

Ahlaisten saariston ja Pihlavanlahden korkeat ravinnepitoisuudet olivat havaittavissa jo 1970-luvun alussa (Oravainen 2005). Vaikka merialueen tila on parantanut 30 vuoden aikana, niin selvityksen tulokset täydentävät osaltaan jo tiedettyä tilannetta: alueet ovat reheviä ja käyttökelpoisuudeltaan korkeintaan tyydyttävässä tilassa. Ekologisen luokittelun myötä merialueet voivat luokitua vielä heikommin.



Kuva 9. Rihmaleväkasvustoa Selkämerellä. Kuva: Panu Sjövall/SATAVESI

Preiviikinlahti ja Viasvedenlahti ovat nähtävästi aina olleet melko hyvässä kunnossa. Selvityksen mukaan ne olivat karuja tai lievästi reheviä ja käytökelpoisuudeltaan hyvässä tilassa. Preiviikinlahdella viimeisen 15 vuoden aikana otettujen kasvukauden näytteiden perusteella kokonaisfosforipitoisuudet ovat pysyneet samanlaisina (keskiarvo 13,4 µg/l). Yhtälailla Viasvedenlahden aikaisemmat kasvukauden kokonaisfosforipitoisuudet ovat olleet keskimäärin 15 µg/l, joka ilmentää lievästi rehevää vesialuetta.

Selvitysalueen eteläosa

Luvian edustan saaristossa ravinnepitoisuudet ovat kasvaneet 1990-luvun alusta lähtien (Oravainen 2005). Keskimääräinen fosforipitoisuus on ollut 23 µg/l ajanjaksolla 1996-2003. Merialue on ollut lievästi rehevä. Selvityksen tulokset ovat samansuuntaisia. Saaristo on rehevyyden suhteen kuitenkin jakautunut selvästi kahtia. Lähellä rannikkoa ravinnetaso nousee, kun uloimmalla merialueella taso on selvästi alhaisempi. Matalat sisäsaariston alueet ovat luontaisesti rehevämpiä

kuin ulkosaaristo. Sisäsaaristossa pohjasedimentin sekoittuminen veteen ajoittain kohottaa fosforipitoisuuksia ja vähentää näkösyvyyttä, kuten vuonna 2006 (Oravainen & Paakkinen 2007c). Ulkosaaristo on karumpi, syvempi ja avoimempi ja veden vaihtuminen on siellä nopeampaa. Täten esimerkiksi ulkosaaristoon keskittyneen kalankasvatuksen vaikutukset Luvian saaristoon ovat vähäisiä, mutta kohonneita ravinnepitoisuuksia on havaittu kasvattamojen välittömässä läheisyydessä (Huhtmaa-Kolmihaara-Hyviluoto alueella).

Eurajoensalmen ja Olkiluodonveden pitkäaikaiset ravinnepitoisuudet ovat olleet Selkämeren rannikkovesille ominaisia (Kirkkala & Turkki 2005). Pitkällä aikavälillä avovesikauden fosfori- ja klorofyllipitoisuudet ovat pysyneet samalla tasolla, mutta talviaikaiset fosforipitoisuudet ovat kasvaneet. Kasvukauden fosfori- ja klorofyllipitoisuudet ovat myös olleet samalla tasolla edellisten vuosien kanssa (Turkki 2007b). Selvityksen tulokset ovat myös samansuuntaisia. Selvityksen mukaan Olkiluodonveden fosforipitoisuus poikkeaa hieman viime vuosien tuloksista, mutta klorofyllipitoisuus on jotakuinkin edellisvuosien tasolla. Eurajoensal-

men velvoitetarkkailupiste on selvästi ulompana kuin selvityksen näytepiste. Kuitenkin myös velvoitetarkkailussa on havaittu salmen tavallista korkeimmat ravinnepitoisuudet, jotka ovat peräisin Eurajoen tuomasta kuormituksesta.

Olkiluodonveden ja Olkiluodonniemen kärjen merialueella kasviplanktonin biomassat ja perustuotantokyky ovat nousseet viimeisen 30 vuoden aikana (Turkki 2007b). Kesän keskiarvot ovat lievästi rehevän ja rehevän välille riippuen vuodesta. Olkiluodonvesi on ollut kasviplanktonin perusteella rehevin merialue. Vesikasvillisuuden esiintymiseen vaikuttaa ravinteisuutta enemmän pohjanlaatu, joka Olkiluodonvedellä on pehmeä ja Eurajoensalmessa kivikko. Se selittää Eurajoensalmen kasvillisuuden vähäisen määrän huolimatta korkeammista ravinnepitoisuuksista. Kuitenkin matalilla merialueilla vesikasvillisuuden ja pohjalevien tuotanto on kohonnut virtausten, parantuneen ravinteiden saannin ja pitkän kasvukauden ansiosta, joka johtuu paikallisesti voimalaitoksen jäähdytysvesien aiheuttamasta lämpötilan kohoamisesta.

Pohjaeläinkannat ovat kasvaneet viimeisen kolmen vuoden aikana. Kannat romahtivat 90-luvun lopussa ja pysyivät alhaisina aina vuoteen 2003 saakka. Viime vuosina pohjan happiolosuhteet ovat olleet normaalia paremmat, mikä on elvyttänyt kantoja. Pohjaeläinten epäyhtenäiset kokoluokkajakaumat ilmentävät pohjan tilan häiriintymistä, kuten ajoittaisia happikatoja, mutta selviä likaantuneen pohjan indikaattorilajeja ei ole tavattu.

Rauman edustan vedenlaatutulokset ovat samansuuntaisia kaupungin oman selvityksen kanssa (Koivunen ym. 2007). Merialue on pääosin lievästi rehevää ja luokituu käyttökelpoisuudeltaan hyvään tai tyydyttävään tilaan. Kaiken kaikkiaan jonkinasteista laadun heikkenemistä havaitaan kaupungin edustalla ja merialueella kaupungista luoteeseen aina Haapasaarenvedelle saakka (Kirkkala & Turkki 2005). Ainoastaan kaupungin jätevesien purkualue on rehevää ja käyttökelpoisuudeltaan vain välttävässä tilassa.

Unajanlahti oli kummankin selvityksen mukaan käyttökelpoisuudeltaan tyydyttävässä tilassa ja lahden rehevyystaso on voimistunut. Näytepisteet 29 ja 30 vaikuttavat olevan rajavyöhykkeellä, joka on hyvän ja tyydyttävän tilan välissä. Esimerkiksi Kuuskajaskarin saaren ympäristö on nykyisin käyttökelpoisuudeltaan hyvässä tilassa. Riippuen vuodesta ja kuormituksesta raja siirtyy lähemmäksi tai kauemmaksi kaupungista ollen noin 2-3 kilometrin päässä rannikosta. Vaikka tässä selvityksessä ei ollut näytepisteitä Haapasaarenvedellä, niin kaupungin selvityksen mukaan alue on käyttökelpoisuudeltaan tyydyttävässä tilassa.

Kasvillisuuden esiintyminen tukee arviota, koska alueen rannoilla kasvillisuus oli paikoin luonnon-tilaista runsaampaa. Yleisesti viime vuosina on tapahtunut ravinnepitoisuuksien kasvukehitystä Rauman edustalla, minkä pysyvyydestä ei vielä ole varmuutta. Kuitenkin esimerkiksi vuosina 2005 ja 2006 merialueella oli tilapäinen jätevesikuormituksen kasvu, joka on voinut vaikuttaa lyhyen aikavälin kehitykseen.

Myös Rauman merialueella tutkitut biologiset muuttujat tukevat vedenlaatutuloksia. Kaupungin selvityksessä kasviplanktonin biomassat olivat korkeimmat Satamalahdessa ja aallonmurtajan sisäpuolella, jotka luokittuivat välttävään luokkaan vedenlaadun perusteella. Myös sini- ja silmälevien korkeat pitoisuudet tukevat näiden alueiden heikentynyttä tila-arviota. Muiden Rauman edustan merialueiden kasviplanktonin biomassat ovat olleet alhaisempia. Tosin Haapasaarenvedellä on ajoittain todettu yli 1500 µg/l biomassoja, jotka ilmentävät lievästi reheviä vesiä.

Vesikasvillisuuden runsastumia on myös havaittu Syväraumanlahdella, erityisesti uposkasvillisuuden määrän kasvua. Lahti on kuitenkin syvä, mikä ehkäisee vesikasvillisuuden runsastumista nykyisestä. Viime vuosien pohjaeläinselvityksissä jäteveden purkuputkien lähivedet ovat olleet pahoin likaantuneita. Sataman meriympäristö on ollut puolilikaantunutta tai -tervettä. Myös Unajanlahden merenpuoleinen osa on likaantunutta. Kaiken kaikkiaan koko Rauman edustan tila on parantunut viime vuosina pohjaeläinten perusteella, vaikka puolilikaantuneita merialueita on edelleen Rauman edustalla paikoitellen runsaasti.

Pyhämaan edustalla meriveden laatu on vastaanottanut Selkämeren eteläosan rannikkovesien taustapitoisuuksia (Kirkkala & Turkki 2005b). Merialueen tila on arvioitu käyttökelpoisuudeltaan pääosin hyväksi, mikä havaittiin myös selvityksen vedenlaatutuloksissa. Sen sijaan Mannerveden laatu on ollut heikompa, koska veden vaihtuvuus on alueella huono. Mannervedellä sijaitsee kaksi kalan kasvatuslaitosta, joiden rehevöittävä vaikutus on havaittu merialueella. Veden huonon vaihtuvuuden vuoksi ravinteet kerääntyvät alueelle lisäten rehevöitymistä. Selvityksessä mannervesi todettiin lievästi reheväksi ja käyttökelpoisuudeltaan hyvää tilaa ilmentäväksi vesialueeksi. Huolimatta Pyhämaan edustaa korkeammista ravinnepitoisuuksista Mannerveden ravinnetaso on edelleen melko alhainen.

Päällyslevästä ja pohjaeläimissä on havaittu muutoksia Mannerveden kalankasvatuslaitosten lähivesissä, vaikka alueen kannat voidaankin todeta terveiksi (Jumppanen 2001, Kirkkala & Turkki 2005b).

Vesikasvillisuuden esiintyminen Selkämeren rantavyöhykkeellä

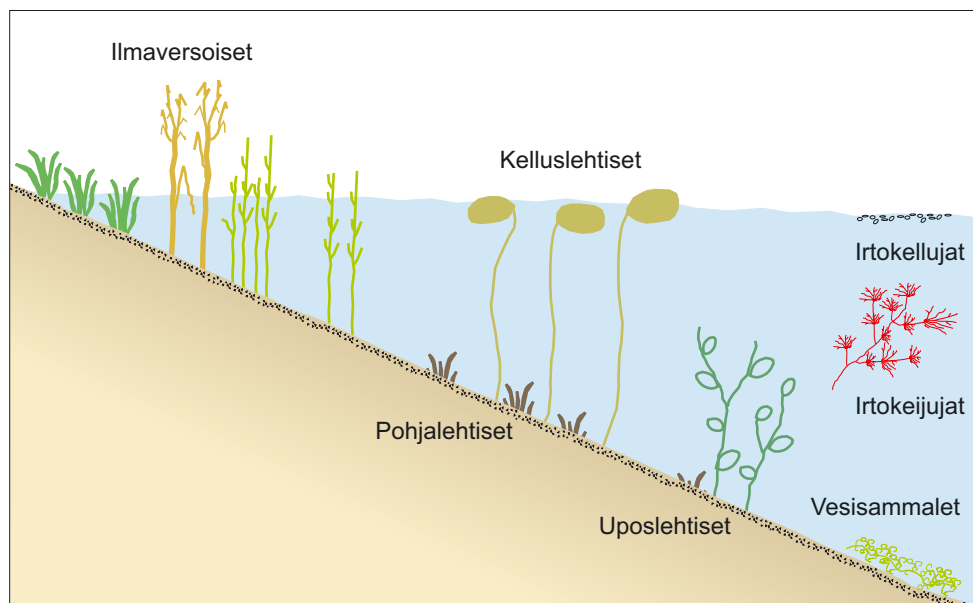
Vesikasvillisuus osana meriluontoa ja sen tilan ilmentäjänä

Vesikasvit ovat pysyvästi vedessä kasvavia putkilokasveja, vesisammaleita ja kookkaita makroleviä. Veden ja rannan kasvillisuus jaetaan eri elomuotoihin kasvitapansa ja kasvisystemaattisen asemansa mukaan (kuva 10). Eri elomuotoja ovat ilmaversoiset, kelluslehtiset, uposlehtiset, pohjalehtiset, irtokellujat, irtokeijujat, vesisammalet ja makrolevät. Useimmat vesikasvit lisääntyvät kasvullisesti eli juuristonsa avulla, kuten järviruoko ja ahvenvita.

Vesikasvien esiintymiseen vaikuttavat ravinteiden saatavuus, elinympäristön fyysis-kemialliset ominaisuudet sekä kilpailu ja herbivoria (kasvien

syönti). Eri ympäristötekijät vaikuttavat eri elomuotojen esiintymiseen. Esimerkiksi irtokellujat reagoivat voimakkaammin vedenlaadun muutoksiin kuin ilmaversoiset, jotka voivat hyödyntää kasvussaan myös sedimentin ja ilman ravinteita ja yhdisteitä. Täten kasvillisuuden kehitys on useiden tekijöiden summa.

Fyysis-morfologisista ympäristötekijöistä vesikasveille tärkeimpiä ovat valon määrä, lämpötila, tuulisuhteet, rannan avoimuus, jään vaikutus, vedenpinnan vaihtelut, pohjanlaatu sekä merenpohjan syvyysuhteet ja rannan morfologia (Spence 1982). Esimerkiksi valon määrä vaikuttaa vedenalaisten lehtien ja kehitykseen ja siementen itävyYTEEN. Rannan avoimuus vaikuttaa vähentä-



Kuva 10. Vesikasvien eli vesimakrofyyttien eri elomuodot, jotka muodostavat rantavyöhykkeelle kasvillisuusvyöhykkeitä. Sari Partasen piirroksesta muokannut Leena Korte.

västi muun muassa orgaanisen aineksen määrään ja sedimentin ravinnetalouteen, minkä vuoksi suojaisten rantojen hienojakoisimmissa sedimenteissä on usein korkeammat ravinnepitoisuudet. Suojaisissa lahdissa myös tuulen ja aallokon vaikutukset ovat vähäisemmät. Jää vaikuttaa kasvillisuuteen joko sedimentin jäätyminen tai pohjan hankauksen kautta (Hellsten 2000). Vedenpinnan vaihtelut vaikeuttavat erityisesti juurellisten vesikasvien kasvua, mutta pienet vaihtelut voivat jopa kasvat-
taa lajimäärää. Pohjanlaadulla on suuri merkitys vesikasvien lajikoostumukseen. Meren vertikaaliset suhteet muokkaavat lajistoa tehokkaasti, koska syvässä vedessä valon vähäinen määrä estää yhteyttämisen. Jyrkillä rannoilla eroosio voi olla voimakasta, minkä seurauksena hienojakoinen sedimentti kerääntyy syvänteisiin.

Veden kemialliset ominaisuudet muodostavat myös tärkeän tekijän vesikasvien esiintymiselle. Veden ravinteet, pääosin fosfori ja typpi, väri, pH, suolapitoisuus, alkaliniteetti, liuennut ja partikkelimuotoinen orgaaninen hiili, sähkönjohtokyky ja happipitoisuus mukaan lukien biologinen ja kemiallinen hapenkulutus ovat tärkeimpiä veden kemiallisia ominaisuuksia. Perustuotannossa fosforia voidaan hyödyntää vain liukoissa muodossa pääosin fosfaattina.

Vesikasvillisuudella on myös positiivisia vaikutuksia rannan ympäristöön. Rantavyöhykkeen kasvillisuus suojaa rantaa eroosiolta ja vaikuttaa pohjaan laskeutuvan sedimentin laatuun ja määrään. Se pidättää maalta valuvia ravinteita ja estää niitä valumasta avoveteen. Kasvillisuus tarjoaa lisääntymisalueen, suojan ja ravinnonlähteen useille rannan ja ulapan eliöille.

Vesikasvit toimivat vedenlaadun indikaattoreina ilmaisten parhaiten pitkän ajan muutoksia. Täysin veden varassa elävät irtokellujat ja -keijut sekä vesisammaleet ilmentävät vedenlaadun muutoksia herkimmin. Heikkojuuriset ja suvuttomasti lisääntyvät uposlehtiset voivat runsastua muutaman vuoden aikana. Ilmaversoisissa muutokset näkyvät vasta 5-20 vuoden kuluessa, koska ne ottavat hiilidioksidin ilmasta ja ravinteet pääosin pohjasedimenteistä (Ruoppa ja Heinonen 2004). Ilmaversoiset eivät ole suoraan riippuvaisia vedenlaadusta. Ravinnepitoisuuden kasvaessa lajisto muuttuu ravinteita suosivien lajien suuntaan ja jäljelle jäävä kasvillisuus runsastuu, jos mikään muu ympäristötekijä ei rajoita kasvua. Vesialue muuttuu ajan myötä reheväksi, ja lopulta se voi kasvaa umpeen kasvillisuuden vallatessa vapaat elinympäristöt. Vesikasveja on käytetty lähinnä hakajakuormituksen ravinteisuuden, mutta myös happamuuden ja jätevesien vaikutusten ilmentäjinä (Kurimo 1970, Uotila 1971 ja Heitto 1990).

Ilmakuvaus vesikasvien tulkinnassa

Ilmakuvat ovat tehokas kaukokartoitusväline vesikasvien tulkinnassa. Ilmakuvatulkinta perustuu siihen, että vedellä ja kasveilla on erilaiset valon heijastusominaisuudet. Lisäksi eri elomuodot ja lajit heijastavat hieman erilaisia aallonpituusalueita, jotka ilmenevät ilmakuvissa sävyeroina. Ilmakuva-aineiston hyödynnettävyyteen vaikuttavat kuvausmittakaava ($\geq 1: 40\,000$), kuvausajankohta vesikasvien runsastuessa juhannuksen jälkeen, auringon kulma eli varjostus, pilvisyys ja vedenpinnan peiliheijastus. Lisäksi veden sameus vaikuttaa kasvillisuuden havaittavuuteen (Airaksinen ym. 2004).

Ortografisia ilmakuvia voidaan tarkastella stereoskooppisesti asettamalla kaksi lähes samasta pisteestä otettua kuvaa vierekkäin ja katsomalla niitä stereolasien avulla. Näin kuviin saadaan kolmiulotteinen näkymä. Kolmiulotteisuus mahdollistaa korkeuserojen havaitsemisen.

Visuaalisessa tulkintamenetelmässä kasvillisuus ryhmitellään sen rakenteen ja ominaismuotojen perusteella, ja se pohjautuu kasvillisuuden erotteluun ja rajaamiseen mekaanisesti tietokoneen ruudulta. Visuaalisessa tulkinnassa pystytään erottamaan kohteen muoto, koko, sävy, koostumus, varjostus ja sijaintipaikka. Visuaalinen tulkintamenetelmä soveltuu hyvin taksonomian luokitteluun. Visuaalinen tulkintamenetelmä on osoittautunut luotettavaksi ja tarkaksi tulkintamenetelmäksi, mutta visuaalisen tulkintamenetelmän subjektiivisuus ja kykenemättömyys tarkkoihin rajauksiin on luonnollisesti epävarmuutta tuloksiin (Valta-Hulkkonen ym. 2003, Leka ym. 2003).

Selkämeren vesikasvillisuuden arvioiminen

Selkämeren kasvillisuuden esiintymistä arvioitiin ilmakuvien avulla. Ilmakuvaus toteutettiin kahdella eri kuvausmenetelmällä 15.8.2007 (kuva 11). Koko Selkämeren rantavyöhyke viistoilmakuvattiin ja erityisalueet pystyilmakuvattiin. Erityisalueet ovat Peipunlahden, Pooskerinlahden ja Killeskerinlahden välinen merialue, Ahlaisten saaristo, Luvian saaristo ja Rauman edusta. Erityisalueet valittiin siten, että paikallisille yhteistyötahoille lähetettiin kysely viikoilla 23-24 ja uusintakysely viikolla 29. Tämän lisäksi tärkeimmille, mutta vastaamattomille yhteistyötahoille soitettiin erikseen toisen uusintakyselyn määrääjän päätyttyä. Vastausten perusteella ja asiantuntija-arvioihin

perustuen erityisalueiksi valittiin edellä mainitut neljä merialuetta.

Selkämeren rantavyöhykkeen kattava viistokuvaus antoi hyvän yleiskuvan rannikon vesikasvillisuuden levinneisyydestä ja runsaudesta. Viistokuvaus valittiin Selkämeren rantavyöhykkeen kattavaksi kuvausmenetelmäksi, koska viistokuvauksen kuvamäärä on alhaisempi verrattuna pystykuvaukseen. Selkämeren rannikon ollessa rikkonainen ja pitkä, pystykuvauksen toteuttaminen koko rannikolla olisi ollut aikaavievää ja kallista. Viistokuvauksella saadaan kuitenkin hyvä yleiskuva rannikon vesikasvillisuudesta. Sen sijaan viistokuvauskartan soveltuvuus yksityiskoh- taiseen tarkasteluun on kyseenalaista. Ensinnäkin kasvillisuuskuvioita ei voida arvioida geometrian tavoin, kuten laskea kohteiden pinta-aloja ja etäisyyksiä toisista kohteista. Pystyilmakuvilla geometriset laskelmat onnistuvat. Toiseksi kohteiden sijoittumisessa voi myös olla vaihtelevuutta, koska kohteita ei voida sijoittaa tarkasti kartalle kohteen koordinaattitietojen puuttuessa.

Erityisalueiden pystyilmakuvaus toteutettiin, koska haluttiin saada yksityiskohtaisempaa ympäristötietoa näiltä alueilta. Pystyilmakuvilta täydennettiin viistokuvista arvioitua koko rannikon kasvillisuuden esiintymistä tarpeellisin osin. Lisäksi vertailemalla vanhoja ja uusia ilmakuvia voidaan arvioida kasvillisuuden kehitystä useiden vuosikymmenien aikana.

Ilmakuvien yleinen ongelma on, että niiden avulla on hankala arvioida vedenalaisen kasvillisuuden esiintymistä. Parhaana ilmakuvauksmuotona vedenalaisen kasvillisuuden havaitsemiseksi on pidetty tavallisia väri-ilmakuvia. Kuitenkin viistoilmakuvilta vedenalaisen kasvillisuuden havaitseminen ei ole mahdollista, joten Selkämeren rantavyöhykkeen kattava ilmakuvaukseen perustuu ainoastaan vedenpinnalla ja sen yläpuolella eläviin kasveihin, ilmaversoisiin, kelluslehtisiin ja joissakin määrin uposlehtisiin, jos niiden varret ulottuvat vedenpintaan saakka. Pystyilmakuvilta pyrittiin havainnoimaan myös vedenpinnan alapuolista kasvillisuutta, mutta se osoittautui hankalaksi.

Viistokuvista havainnoitiin koko tutkimusalueen rantavyöhykkeen kasvillisuuden esiintymistä seuraavilla merkinnöillä: luonnollinen kasvillisuus, umpeenkasvu ja mataloituminen ja rehevöityminen. Luonnollista kasvillisuutta -merkintää käytettiin, kun kasvillisuutta oli havaittavissa, mutta se ei ollut runsastunut, levinnyt tai juurikaan haitannut ihmistoimintaa rannassa. Kasvillisuuskohde sai umpeenkasvu ja mataloituminen -merkinnän, jos kasvillisuus oli alueella runsasta, mutta samalla oli selvästi havaittavissa siihen vaikuttavan mataloitumisen ja maankohoamisen merkkejä. Näitä

olivat pohjan, kivien ja maakasvillisuuden näkyminen ilmakuvissa. Rehevöityneeksi kasvillisuus merkittiin, kun se oli hyvin runsasta eikä välitöntä maankohoamisen vaikutusta ollut havaittavissa. Koska merkinnät perustuvat visuaaliseen tulkintaan ja tietyn merkinnän antaminen on harvoin täysin kiistatonta, niin tulokset ovat suuntaa-antavia. Esimerkiksi umpeenkasvu ja mataloituminen ja rehevöityminen -merkintöjen välinen ero voi olla vaikea määritellä ja tietyissä kohteissa kumpi tahansa sopisi siihen. Tämä kasvillisuustulkinta pystyy ilmentämään Selkämeren vesikasvillisuuden yleisiä piirteitä, mutta yksityiskohtaisia tarkasteluja niiden perusteella ei voida tehdä.

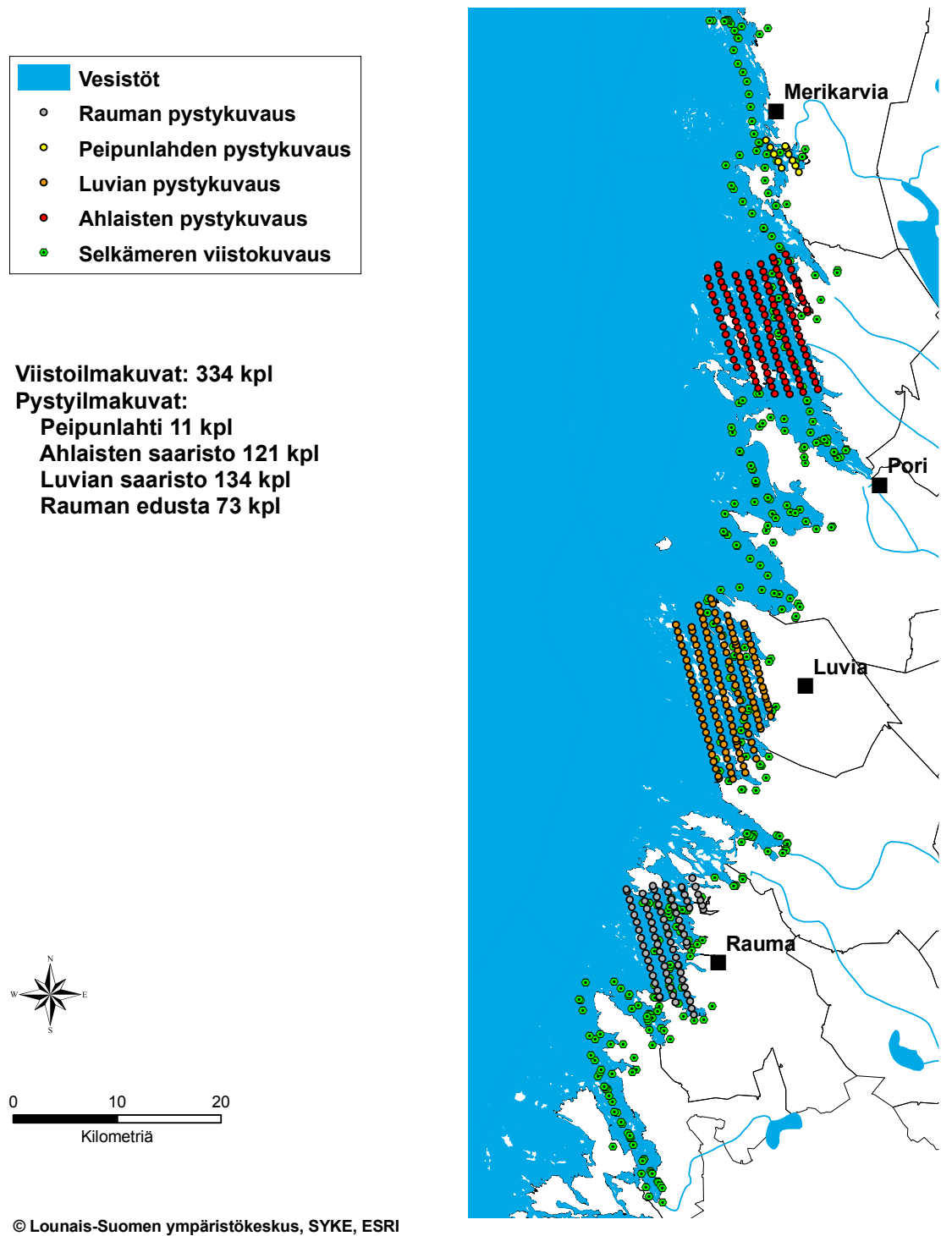
Umpeenkasvua arviointiin suhteessa rantaviivaan, joka oli Suomen ympäristökeskuksen tekemä 1:20 000 oleva karttapohja. Jos rantaviiva-aineistossa oli jo huomioitu umpeenkasvu, niin sitä ei erikseen rajattu. Tämä osoittaa sen, että umpeenkasvu todennäköisesti johtuu maankohoamisesta, ei rehevöitymiskehityksestä. Merenrantaniityt rajattiin umpeenkasvu ja mataloituminen merkinnällä.

Koko Selkämeren rannikon kattavaa viistokuvausta täydennettiin Olkiluodon lentokieltoalueen osalta Posiva Oy:n teettämällä viistoilmakuvilla ja vääräväripystyilmakuvilla. Lentokieltoalue sijaitsi kolme kilometrin säteellä Olkiluodon voimalaitoksesta. Viistokuvaus oli toteutettu heinäkuussa 2006 ja pystykuvaus kesäkuussa 2007.

Eri vuosikymmenien ilmakuvista tutkittiin kasvillisuuden pinta-aloissa tapahtuneita muutoksia. Ilmakuvatulkinnassa käytettiin hyväksi visuaalista tulkintaa, jolla selvitettiin eri lajien tai taksonien levinneisyyksien muutoksia eri vuosikymmenillä. Erityisalueilta tilattiin vanhoja pystyilmakuvia Topografikunnalta. Sopivat rantakohteet valittiin siten, että uusissa pystyilmakuvissa valituilla alueilla oli runsaasti kasvillisuutta. Mustavalkoiset ilmakuvat olivat vuodelta 1946 ja ne olivat vanhimpia erityisalueilta saatavilla olevia ilmakuvia. Kuvien pikselikoko oli 30 cm, mittakaava 1:20000 ja kuvauksen korkeus 4000-5000 m. Pituuspeitto oli yli 60 %. Merikarvian Peipunlahdella kuvaus oli lennetty 11.7.1946, Ahlaisten saaristossa 6.7.1946, Kuivalahdensalmessa 4.7.1946 ja Rauman Haapa-saarenvedellä 1.7.1946.

Vanhat pystyilmakuvat tilattiin pintakopioina ja ne skannattiin digitaaliseen muotoon. Ilmakuvat syötettiin ArcGis9-paikkatietojärjestelmään, missä ne käännettiin koordinaatistoon peruskarttojen avulla (georeferointi). Tämän jälkeen kasvillisuutta tarkasteltiin stereolaseilla kahdelta vierekkäiseltä pintakopiolta. Havaittu kasvillisuus digitointiin mekaanisesti tietokoneen ruudulta tietokoneella skannatuille ilmakuville. Kasvillisuutta ei eroteltu elomuodoittain, koska sitä varten kasvillisuuskoh-

Selkämeren ilmakekuus kuvauspisteittäin



Kuva II. Ilmakevauksien toteuttaminen Selkämerellä heinäkuussa 2007



Kuva 12. Viistoilmakuva Kokemäenjoen suistosta. Kuva on otettu mereltä sisämaahan päin. Kuva: Ilmakuva Vallas Oy

teet tulisi tarkistaa maastossa. Havaittu kasvillisuus kirjattiin kasvillisuutta-merkinnällä. Kasvillisuuden tarkastelu pystyilmakuvilta toteutettiin siten, että valittiin sopiva piste rantavyöhykkeeltä. Tämän jälkeen kasvillisuutta tarkasteltiin rannansuuntaisesti 250 metriä kumpaankin suuntaan pisteestä. Näin kasvillisuuden pinta-aloja voitiin vertailla, kun tarkastelualue ja sen pinta-ala oli määritetty. Vaihtoehtoisesti voitiin myös valita maantieteellisesti helposti rajattava merialue, jolta pinta-alojen vertailu onnistui. Lopullisiksi tarkastelualueiksi valittiin Peipunlahti, Ahlaisten Kristiskerinjoen edusta, Kuivaniemensalmen Kotokarin edusta ja Nurmeksen saaren kaakkoispuolinen merialue.

Selkämeren rantavyöhykkeen vesikasvillisuus

Vesikasvillisuutta esiintyy lähes koko Selkämeren rantavyöhykkeellä. Vesikasvillisuus on luonnollinen osa meren ekosysteemiä, mutta rehevöitymisongelmia ilmenee ympäristöolojen ollessa otolliset kasvillisuuden runsastumiselle. Tämä on havaittavissa Selkämeren pohjoisosissa erityisesti Peipunlahden, Pooskerinlahden ja Killeskerinlahden

välisellä merialueella ja Pihlavanlahdella. Selkämeren eteläosissa ei ole havaittavissa vastaavanlaisia laajoja rehevöityneitä alueita. Eteläosissa on myös havaittavissa hieman enemmän umpeenkasvua ja mataloitumista kuin alueen pohjoisosissa.

Selvitysalueen pohjoisosa

Merikarvian pohjoisosissa, Pieskerinlahdella kasvillisuus on paikoin runsasta (kuva 14). Kasvillisuus on pääosin järviruokoa (*Phragmites australis*), joka on mataloitumisen ja joen tuomien ravinteiden vuoksi osin umpeenkasvanut. Myös selvästi rehevöityneitä alueita on havaittavissa, mutta niitä oli vähemmän kuin umpeenkasvun alueita. Melko tiivistä kasvillisuutta on Pieskerinlahden ja Kasalan kalasataman väliselläkin alueella, mutta tämä johtuu pääosin vesialueen mataloitumisesta. Kohti Peipunlahtea mentäessä kasvillisuutta esiintyy tasaisesti pitkin rannikkoa. Esimerkiksi Trolssin edustalla Isoludossa ei kasvillisuutta ole luonnollisesta poikkeavasti, vaikka Trolssinjoen mukana tulee todennäköisesti ravinteita lahteen. Myös Pohjanrannan edustalla kasvillisuutta on niukan tasaisesti.

Brändöössä ja Krookanlahdella kasvillisuuden määrä alkaa voimistua, mutta selvää rehevöitymis-



Kuva 13. Järvikaislasaarekkeita. Kuva: Janne Alahuhta

tä ei ole havaittavissa yksittäisiä paikkoja lukuunottamatta. Sen sijaan Peipunlahti on kokonaisuudessaan vaikeasti rehevöitynyt. Lahden sisäosat ovat rehevöityneitä ja paikoin umpeenkasvaneita. Samoin Pooskerinlahden rannat ovat rehevöityneet. Rehevöitynyt vyöhyke peittää alleen Merimaanlahden yltäen aina Viita-Höyskeriin ja Rounio-Höyskeriin saakka. Syvänsuntinlahti on säästynyt rehevöitymiseltä ehkä mantereen puoleisia ranta-alueita lukuunottamatta. Alueen ongelma on, että Merikarvianjoki tuo mukanaan ravinteikasta vettä Peipunlahteen, josta se mitä luultavammin kulkeutuu Pooskerinlahteen ja Merimaanlahteen. Alueet ovat hyvin suojaisia, joten vesi ei juurikaan pääse vaihtumaan, jotta vähemmän ravinteikasta merivettä pääsisi alueelle. Merikarvian keskustan eteläpuolella Sälttöön ja Souskerin saarten itäpuolella kasvillisuutta on selvästi havaittavissa ja paikoittain sitä on rehevöityneeksi saakka. Erityisesti Uusi-Suholassa ja Killinkourissa on havaittavissa rehevöitymiskehitystä.

Keikveden merialue on rehevöitynyt. Keikveden perukka on jo umpeenkasvanut ja koko alueen rannoilla kasvillisuus on runsastunut rehevyyden asteelle. Viereinen Lanskatanlahden perukka on umpeenkasvanut ja osin rehevöitynyt, mutta lahden uloimmilla ranta-alueilla kasvillisuutta on luonnollisissa mitoissa. Seuraava rehevöitynyt alue on Mustalahti ja Fiskeen pohjoispuolinen merialue (Österviikinlahti, Lankholma, Laduholma, Alaholma, Pankkoot, Pörkholma ja Furusholma). Nämä kaksi merialuetta ovat runsaan kasvillisuuden peitossa. Mustalahdella on havaittavissa myös uposkasvillisuutta. Pukkeensuntin lahden perukassa kasvillisuus on paikoin runsastunut rehevyyden tasolle saakka ja umpeenkasvuakin havaitaan. Kristiskerin edustalla aina Ämtöönlahdelle saakka rehevöitymiskehitys on selvästi alkanut, koska paikoin kasvillisuus on runsastunut ja se vaikeutti ihmistoimintaa. Yhteistä kaikille näille rehevöityneille merialueille on se, että niihin laskee jokia, jotka tuovat mukanaan ravinteita ja kiintoainetta. Keikveteen laskee Pohjanjoki ja Fis-

keen pohjoispuolelle, Mustalahteen ja Kristiskerin edustalle laskee haarautunut Eteläjoki. Sen sijaan näiden kaikkien merialueiden välissä kasvillisuus on luonnontilaista eikä umpeenkasvu, mataloitumista tai rehevöitymistä ole havaittavissa laajasti.

Ämttönlahdesta etelään aina Pihlavanlahden suistoon saakka vesikasvillisuuden runsastumista on havaittavissa. Kasvillisuuden voidaan todeta olevan runsaampaa kuin luonnontilaisen kasvillisuuden. Paikoin merialueet ovat täysin rehevöityneet, kuten Pihlavanlahti, paikoin taas rehevöityminen on keskittynyt lahden poukamiin. Joka tapauksessa rehevöityminen on johdonmukaista, vaikka paikoin epätasaista. Varvipään itäpuolinen merialue ja Puodanlahti ovat kasvillisuuden peitossa, joka vaihtelee luonnontilaisen, umpeenkasvaneen ja rehevöityneen välillä, mutta kokonaisuudessaan kasvillisuus on runsastunut. Pihlavanlahti on täysin rehevöitynyt suistosta aina Kolpanlahdelle Soodeen saareen saakka. Kasvillisuus on monipuolista ja siihen kuuluu useita ravinteisuutta suosivia lajeja, kuten järvikaista (*Schoneoplectrus lacustris*). Kolpanlahden länsiranta on rehevän kasvillisuuden peitossa Kirrisannan pohjoisosiin saakka.

Yterissä hiekkapohjat todennäköisesti ovat ehkäisseet kasvillisuuden leviämisen alueelle. Mäntyniemessä on luonnontilaista kasvillisuutta ja Riitsaranlahti on rehevöitynyt ja umpeenkasvanut. Riitsanarnlahti kuuluu Natura-alueeseen, ja suojeluun perustuvaa rehevyyttä voidaan pitää hyväksyttävänä. Preiviikinlahdella kasvillisuus vaikuttaa mataloitumisesta umpeenkasvaneelta sekä luonnontilaiselta. Selviä rehevyyden merkkejä ei ole havaittavissa, vaikka alueella kasvillisuutta on poistettukin viime vuosina sen liikakasvun ja häiritsevyyden vuoksi. On syytä muistaa, että mataloituminen ja umpeenkasvu ja rehevöityminen –merkintöjen väliset erot voivat olla subjektiivisuudessaan paikoin häilyviä. Kuuminaistenniemeä ympäröivällä merialueella kasvillisuutta on epätasaisesti luonnollisissa mitoissa. Samoin Viasveden rannat ovat luonnollisen kasvillisuuden peitossa.

Selvitysalueen eteläosa

Luvian saaristossa kasvillisuus on pääosin luonnontilaista, mutta myös umpeenkasvaneita ja rehevöityneitä alueita on havaittavissa (kuva 15). Vesi vaihtuu saariston sisäosissa heikommin ja ravinteita kertyy veteen ja sedimenttiin. Yhtälaila mataluus vaikuttaa kasvillisuuden runsastumiseen saaristossa, ja elinympäristöjä on tarjolla enemmän rantapituuden kasvaessa. Luvian saaristossa ainoa selvästi rehevöitynyt alue on Sassilansalmi. Myös Halssinveden mantereen puoleisilla rannoilla on

rehevöityneitä ja umpeenkasvaneita alueita, mutta selkeää jakoa näiden välillä on vaikea nähdä. Saaristossa on havaittavissa yksittäisiä rehevöityneitä saarekkeitä, mutta selkeää rehevöitymistä ei dokumentoitu. Välikarin niemen ympäröivällä merialueella mataloitumisesta johtuvaa umpeenkasvua on nähtävissä ilmakuvissa ja yksittäiset lahden perukat on paikoin runsaan kasvillisuuden peitossa.

Pärkkoorin edustalla rannoilla on tasainen kapea kasvipeite, vaikka yksittäisiä rehevöityneitä saarekkeitakin ovat havaittavissa. Laitakarinfäärttin lahden perukat ovat rehevöityneet ja/tai umpeenkasvaneet. Myös Salmenkari ja Lehterkari kärsivät runsaasta kasvillisuudesta. Rantaviiva on Isomaan saaren kohdalla ja sen eteläpuolella hyvin rikkonaista. Kasvillisuus on luonnontilaista avoimilla rannoilla, mutta salmissa ja lahdissa umpeenkasvua ja pienimuotoista rehevöitymistäkin havaitaan. Esimerkiksi Kurkkarinsalmi ja Santalahdensalmi ovat osin umpeenkasvaneet. Päinvastoin on Vähämaansalmessa, josta kasvillisuus jopa puuttuu osalta ranta-alueista. Kuivalahdensalmi on voimakkaasti rehevöitynyt ja jo umpeenkasvanutkin pitkällisen rehevöitymisen johdosta. Maja-luomansalmessa tilanne ei ole yhtä vaikea, vaan rehevöityminen on keskittynyt lahden perukkaan pienehkölle alueelle.

Eurajoensalmen rannat ovat kasvillisuuden peitossa, mutta laaja-alaista umpeenkasvua tai rehevöitymistä ei ilmakuvilta löydetty. Ainoastaan Väkkäränperä ja Verkkokarin edusta kärsivät runsaasta kasvillisuudesta. Olkiluodonveden rannoilla kasvillisuutta on, mutta rajallisesti. Mataloitumisesta umpeenkasvaneita alueita on paikoittain ja harvat rehevöityneet alueet ovat keskittyneet lahtiin, kuten Liiklanperään. Sen sijaan Eurajoensalmen ja Olkiluodonveden yhdistävä vesialue, Karhunkarinrauma, on voimakkaasti umpeenkasvanut ja rehevöitynyt. Erityisesti Olkiluodonveden puoleinen osa on täynnä kasvillisuutta. Sorkanlahdella kasvillisuutta on yllättäen maltillisesti eikä runsastumia juurikaan havaittu. Kaiken kaikkiaan Rekseen ja Olkiluodon välinen saaristo on tasaisesti kasvillisuuden peitossa ja eri kasvillisuusmerkintöjen asettaminen paikoilleen on hankalaa.

Haapasaarenveden rannat ovat kasvittuneet pääosin järviruoista, mutta yksiselitteisiä runsastumia ei havaittu paitsi Rekseen puoleisella rannalla. Haapasaarenvedestä etelään Omenapuumaan ja Otanmaan ympäröivillä merialueilla umpeenkasvua ja rehevöitymistä kirjattiin ylös ilmakuvilta huomattavia määriä. Runsaan kasvillisuuden alueet ovat keskittyneet kapeisiin salmiin, joita alueella on paljon. Heinäsen saaren ja Merirauman välisellä ranta-alueella luonnollista kasvillisuutta on melko tasaisesti. Rehevöityneitä alueita on satunnaisesti

ti. Rauman edustan eteläosissa kasvillisuutta on kaiken kaikkiaan vähän. Esimerkiksi Mudaisten-perällä kasvillisuutta on vain satunnaisesti, mutta Kortelanlahdella kasvillisuus alkaa runsastua. Sen sijaan Unajanlahti on paikoin pahoin rehevöitynyt ja kasvillisuutta on kokonaisuudessaan runsaasti. Säynätsalon pohjoispuolella ja Hanhisen ympäristössä vesikasvillisuutta on hajanaisesti. Voiluodonlahdella on satunnaisesti rehevöityneitä alueita, mutta luonnollista kasvillisuutta on melko yhtenäisesti.

Rihtiemen ympäristössä kasvillisuutta on harvakseltaan. Muutamia yksittäisiä kasvillisuus-alueita on havaittavissa, samoin kuin rehevöityneitä kohteita. Erityisesti Rihtiennokan ympärillä kasvillisuutta on hyvin vähän. Mannerveden alueella kasvillisuus runsastuu uudelleen. Kasvillisuus alkaa muodostaa yhtenäisempiä alueita Paaslovedestä lähtien kohti perukkaan siirryttäessä. Ensimmäisiä rehevöityneitä alueita havaitaan Santtion edustalla. Mannerveden perukka on pahoin rehevöitynyt. Samoin Taipale ja Kulju kapeine lahtineen ja salmineen ovat runsaan kasvillisuuden peitossa. Näiden alueiden kasvillisuus kirjattiin luonnontilaiseksi kasvillisuudeksi, mutta yhtä hyvin se on voinut olla mataloitumista ja umpeenkasvua ja/tai rehevöitymistä. Laajat järviruokokentät kasvavat kaikilla rannoilla. Joka tapauksessa nämä alueet kärsivät levinneistä ruovikoista.

Vesikasvillisuuden muutoksia Selkämeren rantavyöhykkeellä

Eri vuosikymmenien ilmakuvavertailun perusteella vesikasvillisuudessa oli tapahtunut merkittäviä muutoksia, joiden aiheuttajaksi voidaan tulkita maankohoaminen ja paikoin myös sedimentaatio ja ravinteisuuden kasvu. Peipunlahdelta tarkasteluun valittiin yksi kokonainen vuoden 2007 pystyilmakuva, jonka pinta-alaan suhteutettiin vuoden 1946 kuva. Yli 60 vuotta sitten Peipunlahdella oli runsaasti tukinuittoa, joka näkyy kuvassa vaaleina pyöreinä kuvioina (kuva 16 ja 17). Lisäksi ilmakuvasta voitiin selvästi nähdä pohjanheijastumaa sen kaakkoisosassa, vaikka kyseinen alue ei kuulunutkaan pinta-ala-arviointiin. Kasvillisuuden pinta-ala oli vajaa 18 hehtaaria.

Vuoden 2007 ilmakuvassa vesikasvillisuus hallitsi voimakkaasti koko merialuetta. Useat alueet olivat vesikasvillisuuden peitossa ja veneväylät oli erikseen raivattu kasvillisuuden keskelle. Poikkeuksia lukuun ottamatta mikään merialue ei kuitenkaan ollut umpeenkasvanut niin pitkälle, että se olisi metsittynyt. Vesikasvillisuus oli runsastunut lähes kaikilla alueilla. Kasvillisuuden pinta-ala oli 37,5 hehtaaria, mikä oli lähes puolet enemmän kuin vuonna 1946.

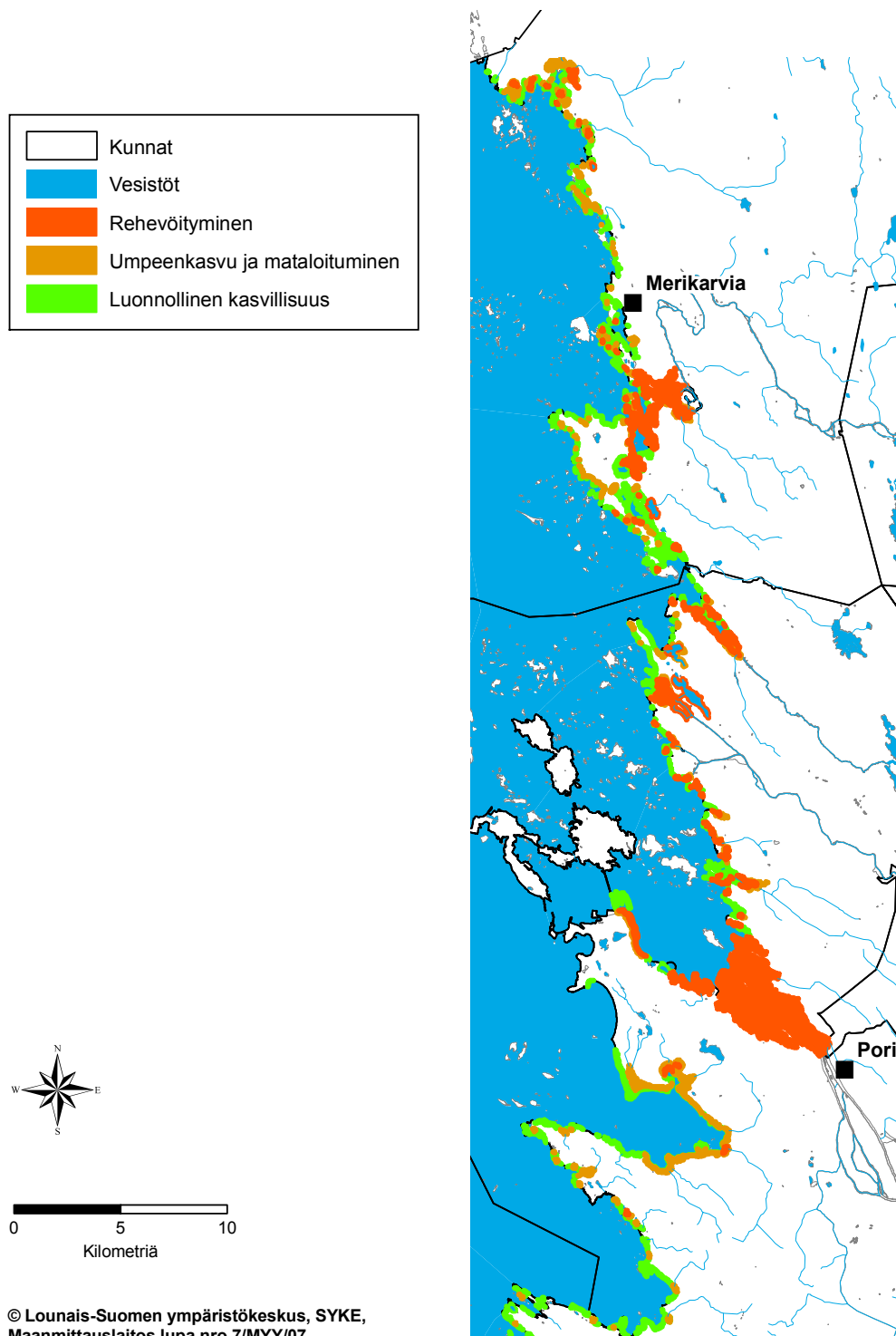
Ahlaisten edustalla Kristiskerin rannikolla vesikasvillisuuden pinta-ala ei ollut merkittävästi muuttunut 60 vuoden aikana, vaikka kasvillisuuden pinta-alat olivat vähän kasvaneet (liite 3). Kuivalahdensalmella Kotokarin ja Nurmeksen edustalla kasvillisuuden pinta-alat olivat hieman vähentyneet (liite 4 ja kuva 18 ja 19). Sama oli havaittavissa myös Ahlaisten edustalla Kristiskerinjoen suulla. Kaikilla alueilla tärkein syy pinta-alojen vähenemiseen on ollut vesialueen umpeenkasvu.

Vesikasvillisuuden kehitys Selkämeren rantavyöhykkeellä

Vesikasvillisuuden runsastumat ovat keskittyneet melko pitkälle samoille merialueille, joilta mitattiin myös korkeita ravinnepitoisuuksia. Kasvillisuuden rehevöityminen ei kuitenkaan ole näin yksiselitteistä, koska kasvuolosuhteisiin vaikuttavat useat ympäristötekijät. Tärkeimmät yksittäiset ympäristötekijät ravinteisuuden lisäksi ovat veden syvyys, suojaisuus ja pohjanlaatu. Nämä tekijät itessään pitävät sisällään muita ympäristömuutujia (esimerkiksi valon läpäisevyys, tuuliolot ja pohjan jyrkkyys), mutta tässä yhteydessä näillä termeillä tarkoitetaan myös niihin kuuluvia muita tekijöitä.

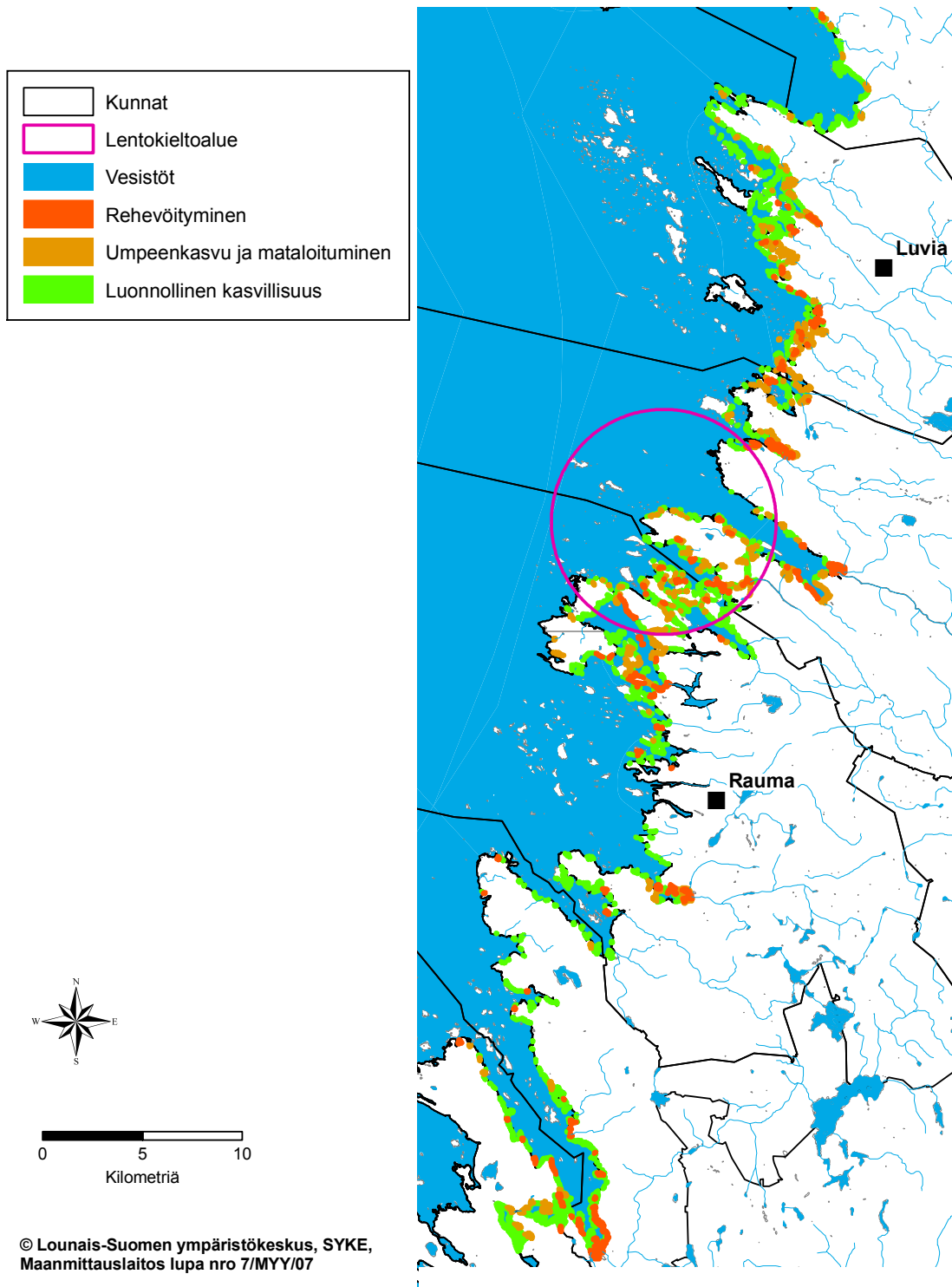
Kasvillisuuden tarkastelussa painotus on vahvasti ilmaversoisissa vesikasveissa. Ympäristömuutosten arvioiminen ilmaversoisten perusteella on hieman ongelmallista, koska useat ilmaversoiset ovat indifferenttejä eli ravinnepitoisuuden muutokset eivät ensisijaisesti vaikuta niiden esiintymiseen. Ne voivat suosia tiettytyypisiä ympäristöjä, mutta ravinteisuuden muutoksia ilmentää harva ilmaversoinen. Järvikaislan on todettu viihtyvän ravinteisissa vesissä. Sen sijaan Selkämerellä hyvin kasvanut järviruoko ei ilmennä tiettyä ravinnetasoa (Toivonen & Huttunen 1995). Muut elomuodot kertovat enemmän ravinteisuuden muutoksista, mutta niiden havaitseminen ilmakuvilta on vaikeaa. Esimerkiksi Lampolahti (1997) havaitsi Uudenkaupungin edustalla, että vaikka ruovikot olivat vähentyneet vajaassa vuosikymmenessä, niin ravinteisuutta suosivat upos- ja pohjalehtiset olivat vallanneet ruovikoiden aikaisemmat kasvualueet. Näin ollen merialueen rehevyystaso oli kasvanut. Tämä voi olla myös tilanne Selkämeren tietyillä merialueilla, mutta tämän hankkeen kasvillisuuskartoituksessa sitä ei pystytty selvittämään. Selvityksessä vesikasvillisuus yksinkertaistuen ilmentää ravinteisuutta, jos se esiintyy hyvin runsaana ja muiden ympäristötekijöiden vaikutukset esiintymiseen voidaan arvioida toisarvoisiksi ravinteisuuteen nähden.

Kasvillisuuden esiintyminen Selkämeren rantavyöhykkeellä, pohjoisosa



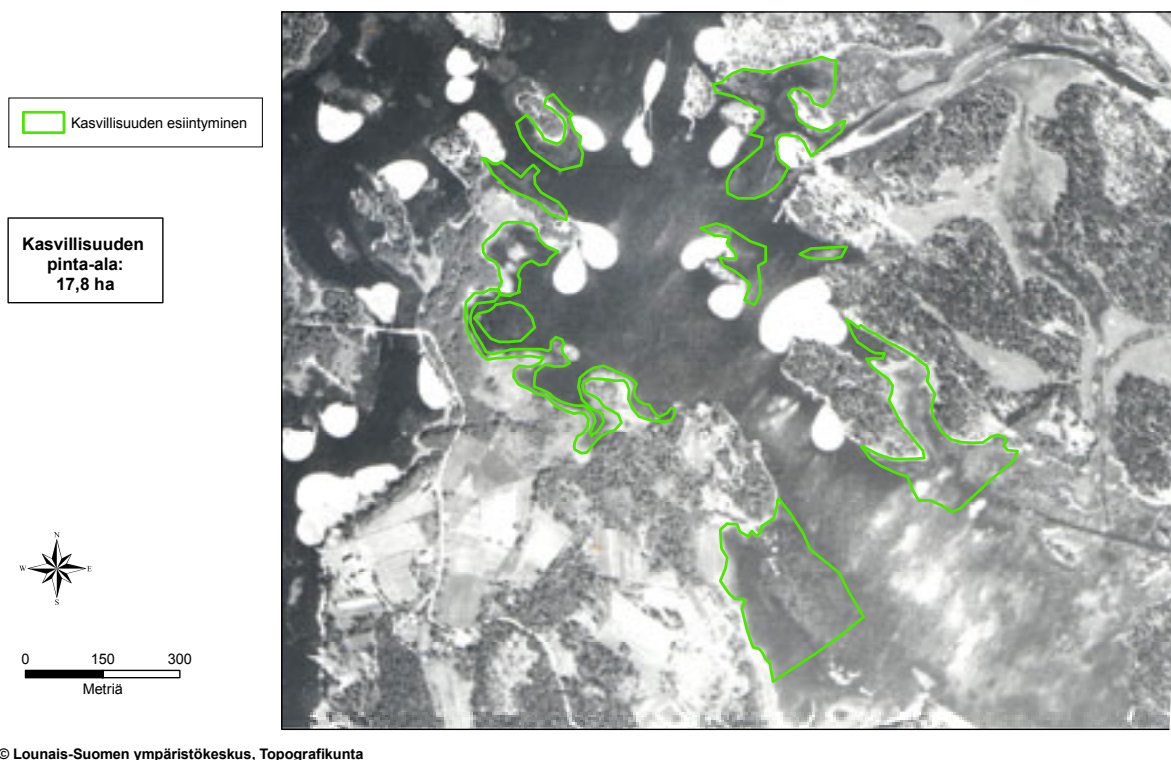
Kuva 14. Vesikasvillisuuden esiintyminen selvitysalueen pohjoisosissa kesällä 2007.

Kasvillisuuden esiintyminen Selkämeren rantavyöhykkeellä, eteläosa



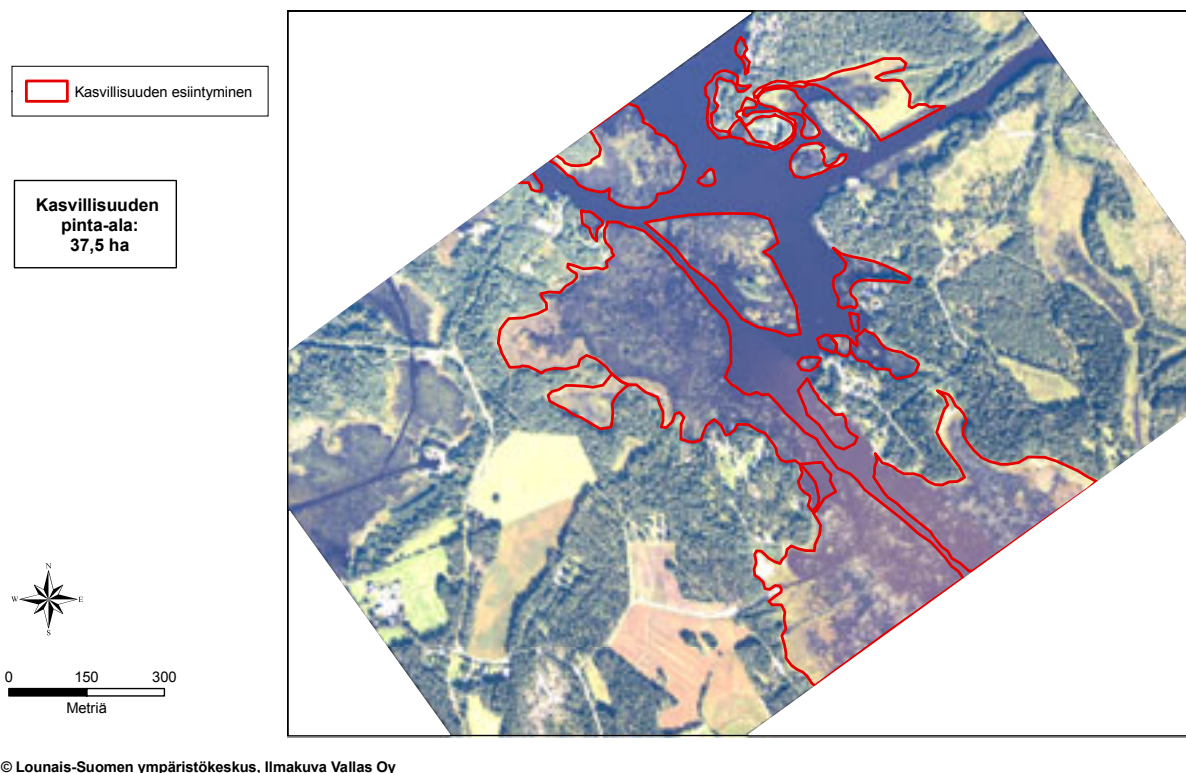
Kuva 15. Vesikasvillisuuden esiintyminen selvitysalueen eteläosissa kesällä 2007. Lentokieltoalueen sisäpuolinen vesikasvillisuus täydennettiin Posiva Oy:n ilmakuvien avulla.

Kasvillisuuden esiintyminen Peipunlahdella vuonna 1946



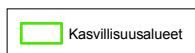
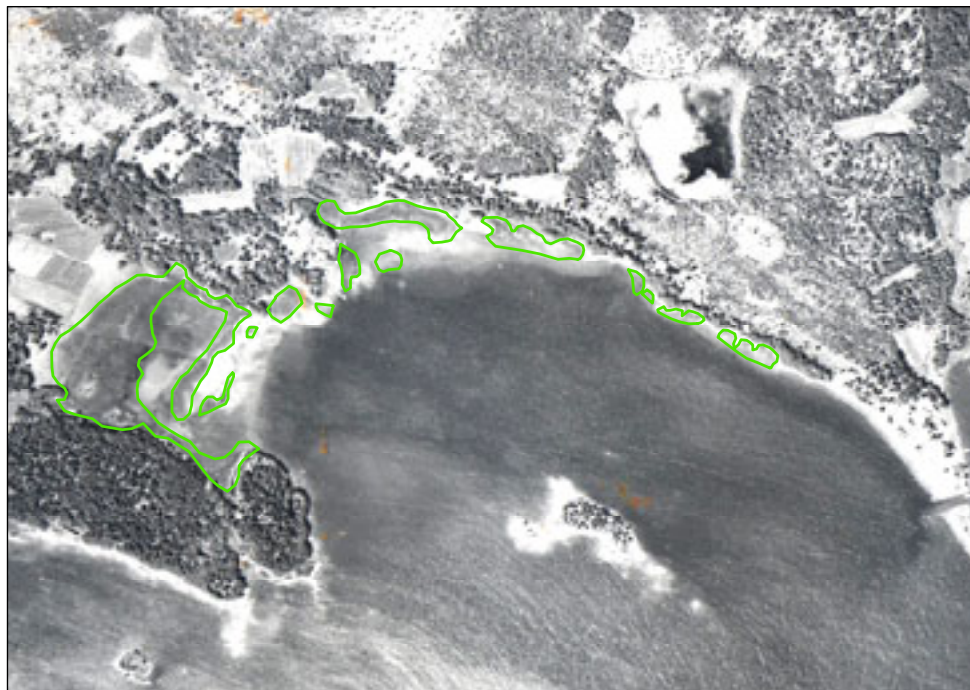
Kuva 16. Vesikasvillisuuden esiintyminen osassa Peipunlahtea kesällä 1946. Ilmakuvasa valkoiset pyöreät kuviot ovat uittotukkeja. Pohjanheijastuma ilmenee vaaleana kuvan kaakkoisosassa, mutta kyseinen merialue ei sisälly pinta-ala-arvioitavaan alueeseen.

Kasvillisuuden esiintyminen Peipunlahdella vuonna 2007



Kuva 17. Vesikasvillisuuden esiintyminen osassa Peipunlahtea kesällä 2007.

Vesikasvillisuuden esiintyminen Nurmeksen kaakkoispuolella vuonna 1946



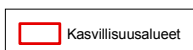
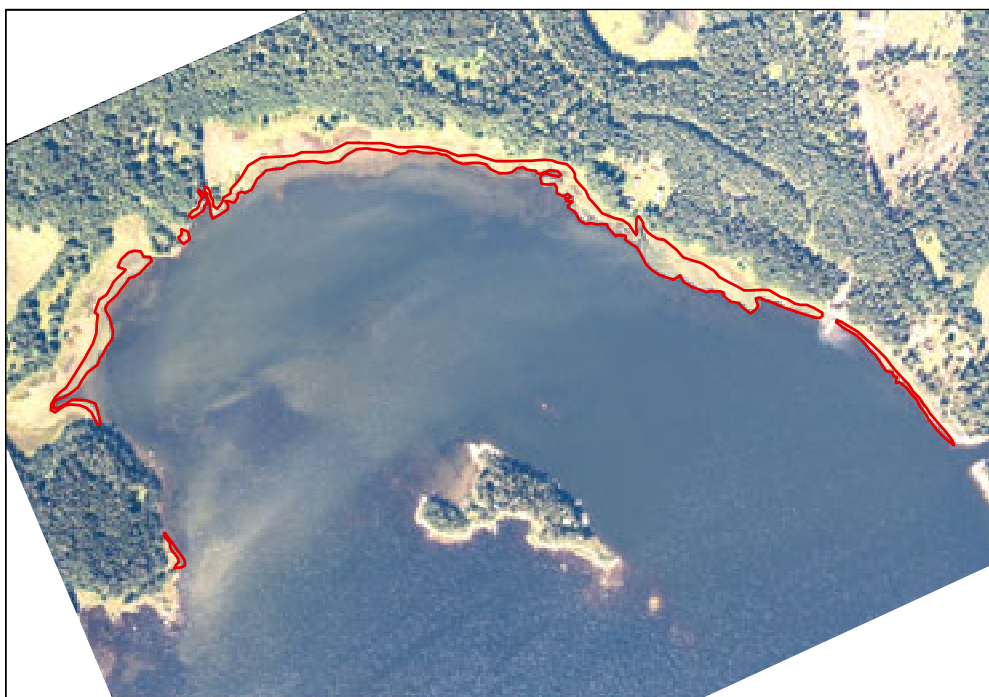
Kasvillisuuden pinta-ala: 2,78 ha
(+ umpeenkasvanut länsiranta 5,72 ha)

0 125 250
Metriä

© Lounais-Suomen ympäristökeskus, Topografikunta

Kuva 18. Vesikasvillisuuden esiintyminen Nurmeksen saaren kaakkoispuolella vuonna 1946. Tarkastelualueeksi valittiin kyseinen lahdenpoukama.

Vesikasvillisuuden esiintyminen Nurmeksen kaakkoispuolella vuonna 2007



Kasvillisuuden pinta-ala: 2,52 ha

0 125 250
Metriä

© Lounais-Suomen ympäristökeskus, Ilmakuva Vallas Oy

Kuva 19. Vesikasvillisuuden esiintyminen Nurmeksen saaren kaakkoispuolella vuonna 2007. Tarkastelualueeksi valittiin kyseinen lahdenpoukama.

Selvitysalueen pohjoisosa

Merikarvialla kasvillisuutta on havaittu yhte­näisesti siten, että luonnollista kasvillisuutta on koko rannikolla ja osalla ranta-alueista on myös kasvillisuuden umpeenkasvua ja rehevöitymistä. Merikarvian vedet ovat matalia, mikä edesauttaa vesikasvillisuuden esiintymistä. Kasvit tarvitsevat valoa kasvaakseen ja matalassa rannassa valo läpäisee veden pohjaan saakka. Pieskerinlahden rannat ovat alle metrin syvyisiä ja suurehko osa lahtea on alle 3 metriä syvä (Syke 2007). Pieskerinlahden ja Syvänsuntinlahden välinen merenranta on hyvin matalaa huomattavasti nykyistä kasvillisuuden esiintymistä uloimpanakin. Paikoittain alle 3 metrin merialue ulottuu 3 kilometrin päähän rannasta. Peipunlahden, Pooskerinlahden ja Killeskerinlahden välinen merialue on hyvin matalaa aina Syvänsuntinlahdelle saakka, yli 10 kilometriä rannasta. Myös Pooskerin saaren eteläpuolella on matalaa. Täten kasvillisuuden runsastuminen ei Merikarvian merialueella ole riippuvainen syvyydestä. Toisaalta vaikka Merikarvian merialue on matala, niin pohjat ovat kivikkoisia. Useat vesikasvit, kuten järviruoko ja –kaisla, suosivat pääosin pehmeitä pohjia.

Pieskerinlahti on melko suojaisa merialue ja Pooskerin saari suojaa Peipunlahtea ja Syvänsuntinlahtea etelänpuoleisilta tuulilta ja aalloilta. Sen sijaan Pieskerinlahden ja Syvänsuntinlahden välinen merialue on avoin tuulelle. Merikarvian merialueella vesikasvillisuuden parhaat kasvuolosuhteet ovat juuri suojaisissa lahdissa, jonne joet tuovat ravinteita ja kiintoainetta, joka pehmentää niiden pohjia. Erityisesti Pieskerinlahti ja Peipunlahden, Pooskerinlahden ja Killeskerinlahden välinen merialue on vesikasvillisuuden runsastumista suosiva alue Merikarvialla. Pieskerinlahdella, Koto- ja Riispyyn lahtien välissä, on flada. Pieskerinlahden fladan rannat ovat laidunnettuja ja fladan kasvillisuus on monipuolista (Sydänoja 2008).

Ahlaisten saaristossa ja Pihlavanlahdella kasvillisuuden kasvuedellytykset ovat hyvät. Alueiden rannat ovat matalia, kun Pihlavanlahden ja koko Ahlaisten saariston syvyys on pääosin alle 2 metriä. Lisäksi Mäntyluoto ja Reposaari tarjoavat suojaa pahimmilta tyrskyiltä. Saaristot ovat yleensäkin hyviä kasvupaikkoja, koska niiden rannat ovat matalia ja ne tarjoavat suojaa tuulelta ja aalloilta. Oletettavasti Kokemäenjoen sedimentaatiovaikutus on suuri, joten myös pohjanlaatu suosii vesikasvillisuuden esiintymistä. Toisaalta liika sedimentaatio voi myös heikentää kasvua, kun kasvit eivät ehdi kasvaa yhtä nopeasti kuin sedimentaatio tuo uutta materiaalia peittäen kasvustot. Voimakkaan sedimentaation haitat koskevat kuitenkin pääosin

pohjalehtisiä vesikasveja, mutta myös muita elomuotoja niiden kasvuvaiheessa. Ilmeisesti Kokemäenjoen aiheuttama sedimentaatio ei ole ollut kasvillisuudelle haitaksi, koska Pihlavanlahti on voimakkaasti rehevöitynyt.

Pihlavanlahdella vesikasvillisuus auttaa jo omaakin kasvuaan. Kasvien kuollessa ne antavat kasvualustan uusille kasveille tarjoten ravinteita ja suotuisan kasvualustan, kun ne samalla mataloittavat vesialuetta. Pihlavanlahdella kasvillisuus on ehtinyt muokata itselleen suotuisat kasvuolosuhteet vuosikymmenien aikana, joten sen mahdollinen hävittäminen on erityisen vaikeaa. Toisaalta ainakaan ilmaversoiset eivät järviruokoa lukuun ottamatta mielellään levittäydy toistamiseen samalle kasvupaikalle (Hinneri 1965). Ahlaisten saariston suojaisat lahdet, kuten Keikvesi ja Mustalahti, ovat myös runsaan kasvillisuuden peitossa. Näissäkin lahdissa kasvuolosuhteet ovat suotuisat, mikä on ilmennyt Keikvedenlahdella kasvillisuuden runsastumisena jo 1930-luvulla (Salmi 2006). Myös Mustalahdella kasvillisuus on ollut monipuolista jo pitkään (Perttula 1997).

Preiviikinlahdella ja Viasvedenlahdella vesikasvillisuutta esiintyy maltillisesti. Merialueet ovat melko avoimia, mikä selittää voimakkaasti rehevöittävän kasvillisuuden poissaolon huolimatta pehmeistä pohjista. Lisäksi mitatut ravinnetasot olivat alhaisia. Kasvillisuus voisi olla runsaampakin, jos ravinnetaso olisi korkeampi. Preiviikinlahdella on havaittavissa kuitenkin jonkinasteista umpeenkasvua erityisesti lahden perukoilla ja Riitsaranlahdella. Preiviikinlahden Siikakarilla ja Kuuminaistenniemen kärjessä on useita fladoja (Sydänoja 2008). Kuitenkin on todettava, että kasvillisuuden runsaus on Preiviikinlahdella aivan toista luokkaa kuin Pihlavanlahdella. Preiviikinlahdella järjestettiin kesällä 2007 talkoot vesikasvillisuuden niittämiseksi ja alue on arvokas lintuvesi ja Natura-kohde. Vesikasvillisuuden runsauden ja veden ravinnepitoisuuksien perusteella kasvillisuuden ehkäisemisen painopiste tulisi kohdistaa Pihlavanlahden ja Ahlaisten saariston rannoille, joilla asuu ympärivuotisesti ihmisiä ja joiden elämää rehevöitynyt kasvillisuus häiritsee.

Selvitysalueen eteläosa

Luvian saariston sisäosat ovat hyvin matalia, alle 2 metrin. Ne ovat myös suojaisia alueita ja pohja ei ole pelkästään kivikkoa, vaan myös pehmeitä pohjia löytyy. Mitatut ravinnepitoisuudet edesauttoivat vesikasvillisuuden runsastumista. Suojaisissa lahdissa, kuten Verkkorannassa ja Halssivedellä, tavataankin kasvillisuutta runsaanpuoleisesti. Kasvillisuudella on hyvät edellytykset levittäytyä

uusille alueille, kun ympäristöolosuhteet vaikuttavat olevan suosiollisia. Saaristossa, Väärämaan länsirannalla ja Reijoorissa, sijaitsevat lajirikkaat fladat (Sydänoja 2008). Myös Luvian saariston eteläpuoleisella rannikolla vesikasvillisuus on paikoin runsasta. Niiden kasvuolosuhteet muistuttavat hyvin paljon Luvian saariston olosuhteita. Vaikka ranta syvenee paikoin melko nopeasti, niin rannan rikkonaisuus tarjoaa suojaisia merialueita vesikasvillisuudelle. Erityisesti Laitakari, Lemlahti, Kurkarinsalmi, Santalahdensalmi ja Kuivalahdensalmi ovat matalia ja suojaisia kasvualustoja.

Eurajoensalmi ja Olkiluodonvesi kärsivät myös paikoin runsaasta kasvillisuudesta. Eurajoensalmen perukka on rehevöitynyt, mutta salmen keski- ja ulko-osat eivät. Salmi on kuitenkin tarpeeksi leveä aaltojen vaikutukselle ja osin salmi on melko syväkin. Eurajoki tuo salmeen ravinteita ja kiintoainetta, joten näistä ympäristötekijöistä kasvillisuuden runsastuminen tuskin on kiinni. Sen sijaan Olkiluodonvesi tarjoaa matalan, ravinteikkaan, suojaisan ja pehmeäpohjaisen alueen vesikasvillisuuden runsastumiselle. Jo nykyisillään kasvillisuus on hyvinkin runsasta. Suojaisuus takaa myös sen, että ravinteikas vesi sekoittuu huonosti karuun veteen. Vesikasvillisuus tulee runsastumaan entisestään, mikäli kasvuolosuhteet eivät heikkene. Sen sijaan Sorkanlahdella kasvillisuutta ei ole runsaasti. Tämä johtuu luultavasti rannan jyrkkyydestä.

Rauman edustalla ainoastaan suojaisalla Haapa-saarenvedellä ja siitä Rokinnokkaan kasvillisuutta on luonnontilaisesta poikkeavasti. Merialueet ovat suojaisia ja ravinnepitoisuudet olivat koholla. Ranta-alueet ovat myös matalia, maksimissaan alle 3 metriä, melko pitkälle vesialueelle päin. Kasvillisuuden kasvuedellytykset ovat alueella suotuisat. Sen sijaan kaupungin edusta on avointa, jolloin tuulen ja aaltojen vaikutus heikentää kasvumahdollisuuksia. Suojaisassa Unajanlahdessa kasvillisuus on runsaampaa, mihin ovat vaikuttaneet mataluus, pienet aallot ja Unajanjoen ravinne- ja kiintoainekuorma. Voiluodonlahdella kasvillisuutta on maltillisemmin, vaikka merialue on monintavoin Unajanlahden kaltainen. Ehkä hieman suurempi avoimuus on heikentänyt kasvuolosuhteita. Voiluodonlahdella sijaitsee yksi järviruokorikas flada (Sydänoja 2008).

Rihtniemen ympäristö on ulapalle avoin merialue, jonka ravinnepitoisuudet olivat alhaiset. Nämä ovat huomattavasti heikentäneet vesikasvillisuuden kasvuedellytyksiä alueella. Mannervesi on puolestaan suojaisampi merialue. Aaltojen ja tuulen vaikutus ylettyy Mannerveden perukoille saakka. Samoin perukka on matalaa, vaikka merialueen keskiosa ja ulapanpuoleinen osa ovatkin

paikoin syviä rannan läheisyydessäkin. Perukkaan on muodostunut laajahko ja tiivis ruovikko. Selkämerelle ominainen ravinnetaso voi olla ehkäissyt muiden kasvumuotojen runsastumisen merialueella.

Vesikasvillisuuden muutoskehitys

Kasvillisuuden muutoksien syitä selvitetessä tulee muistaa, että tietyillä merialueilla voi olla luonnostaan hyvät ympäristöolosuhteet vesikasvillisuuden kasvulle. Täten kasvillisuutta on todennäköisesti aina esiintynyt runsaasti alueella. Historiallisten tietojen, kuten karttojen ja ilmakuvien, avulla saadaan selville, miten kasvillisuutta on merialueella esiintynyt eri aikoina. Esimerkiksi Keikvedenlahdella vanhassa kartassa oli kasvillisuusmerkintöjä jo 1930-luvulla, joten lahdessa on aina esiintynyt kasvillisuutta (Salmi 2006). Samoin Kokemäenjoen suistossa kasvillisuutta on esiintynyt runsaasti vuosikymmenten ajan (Säntti 1954). Mustalahdella on myös tavattu runsasta, ravinteisuutta suosivaa kasvillisuutta ainakin muutaman vuosikymmenen ajan (Perttula 1997).

Vanhoja ja uusia ilmakuvia vertailemalla saadun vesikasvillisuuden esiintymisen perusteella rehevyytaso voi olla kasvanut Selkämerellä. Kuitenkin vielä merkittävämpi ympäristötekijä kasvillisuuden runsastumisessa on todennäköisesti maankohoaminen. Vanhojen merialueiden umpeenkasvu ja metsittyminen viittaa vahvasti maankohoamiseen ravinteisuuden kasvun sijaan. Tämä on havaittavissa esimerkiksi Ahlaisten saaristossa, jossa Kristiskerinjoen toinen suosa on umpeenkasvanut ja metsittynyt. Samoin Nurmeksen edustalla on havaittavissa samanlaista kehitystä. Maankohoamisesta johtuva umpeenkasvu on todennäköisesti ollut päätekijä kasvillisuuden runsastumisessa matalilla merialueilla, kun taas koko Selkämeren ravinnetason nousu on lisännyt kasvillisuutta yleisesti kaikkialla merialueella, erityisesti suojaisissa merenlahdissa. Ruovikot ovat laajentuneet suomalaisissa järvissä viimeisen puolivuosisadan aikana (Partanen 2007), joten sama kehitys on myös hyvin mahdollista merialueella.

Maankohoaminen on Selkämerellä noin 6 mm vuodessa. Maankohoaminen aiheuttaa mataloitumista, minkä seurauksena muun muassa valon määrä merenpohjassa kasvaa. Vesikasvillisuuden kasvuolosuhteet paranevat huomattavasti valon määrän kasvaessa (Eloranta 1978), mikä voi olla yksi syy vesikasvien paikallisiin runsastumiin erityisesti merenlahdissa. Keikvedenlahdella mataloituminen yhdessä Pohjajoen tuoman kiintoaine- ja ravinnekuorman kanssa vaikuttivat eniten rehevöitymiseen (Salmi 2006). Yhtälaila Mustalahti

on muodostunut järvimäiseksi maankohoamisen vuoksi, mutta Eteläjoen korkea ravinnepitoisuus on myös vaikuttanut kasvillisuuden kehitykseen (Perttula 1997). Jokien tuoma kiintoaine mataloittaa myös merenlahtia edesauttaen valon läpäisevyyttä pohjakerroksiin, mikäli kiintoaine ei samenna vettä.

Maankohoamisen lisäksi vedenpinnan vaihtelulla on suuri merkitys kasvillisuuden esiintymiselle. Vedenpinnan vaihtelu luo uusia kasvualueita, joille kasvillisuus voi levittäytyä. Vedenpinnan nousu lisää veden ravinnepitoisuutta ja lasku paljastaa ravinteikasta sedimenttimaata kasvillisuuden käyttöön (Hutchinson 1967, Hellsten ym. 1993). Maankohoaminen voimistaa vedenpinnan vaihteluiden aiheuttamia ympäristövaikutuksia. Selkämerellä tämä koskee erityisesti matalia loivarantaisia alueita, kuten useita merenlahtia.

Laidunnuksen vähentyminen merenrantaniityillä on mahdollisesti vaikuttanut kasvillisuuden runsastumiseen tietyillä rannoilla. Näiden entisten laidunnusrantojen kasvillisuus on saanut kasvaa ilman häiriötekijöitä, mikä on varmasti johtanut selvään runsastumiseen joillakin rannoilla.

Avoimemmilla merialueilla, kuten Ahlaisten saariston Kristiskerin edustalla ja Nurmeksen kaakkoispuolella, valuma-alueilta kulkeutuvalla kiintoaineella ja ravinteilla ei ole niin suuri rooli kasvillisuuden esiintymisessä kuin merenlahdissa. Avoimemmilla alueilla sedimentti ei keräänny pohjaan ja ravinteet eivät keräänny pienelle alueelle, vaan ne sekoittuvat merivirtojen ansiosta ympäröivään veteen. Eri ympäristötekijät, kuten avoimuus, syvyys ja alhaisempi ravinnetaso, ehkäisevät kasvillisuuden runsastumista avoimemmillä merialueilla.



Kuva 20. Vesikasvillisuutta. Kuva: Minna Uusiniitty-Kivimäki

Valuma-alueiden kuormitusarviointi

Rehevöittäväällä kuormituksella tarkoitetaan valuma-alueilta vesiin kulkeutuvia ravinteita, jotka liukenevat veteen ja/tai liikkuvat kiintoaineeseen kiinnittyneinä vesimassan mukana muun muassa sateiden ja maanmuokkauksen yhteydessä. Valuma-alueen maankäytön seurauksena vesistöihin huuhtoutuu kiintoainetta, humusta, ravinteita (tyypeä ja fosforia), happea kuluttavia yhdisteitä, tiettyjä metalleja ja paikoin happamoittavia aineita. Valuma-alueen maankäyttö aiheuttaa kuormitusta, josta voi aiheutua monenlaista haittaa vesistöille ja niiden elinoloihin. Myös vesistöjen virkistyskäyttöarvo voi alentua. Ravinnekuormituksen aiheuttama rehevöityminen on nykyisin keskeisin vesistöhaitta merialueillamme.

Suomessa keskeisimmät rehevöittävää kuormitusta aiheuttavat maankäyttömuodot ovat maatalous ja metsätalous sekä alueellisesti turvetuotanto, haja-asutus ja tietyt pistekuormittajat, kuten vedenpuhdistamot ja teollisuusyritykset. Lisäksi vesistöön huuhtoutuu aina luonnonhuuhtouma, koska vesi ei koskaan esiinny täysin puhtaana. Maasta veteen liukenee maaperän epäorgaanisia ja orgaanisia yhdisteitä. Ilmalaskeumalla tarkoitetaan sateen mukana tulevia ravinteita. Maa- ja metsätalouden aiheuttama kuormitus sekä haja-asutus ovat hajakuormitusta.

Nykyisin maatalous on vesistöjen merkittävimpää kuormittajaa, kun yhdyskuntien ja teollisuuden kuormitusta on saatu vähennettyä. Maataloudessa rehevöittävää kuormitusta aiheutuu etenkin peltoviljelystä ja myös kotieläintuotannosta. Peltoviljelyn vaikutuksesta vesistöihin huuhtoutuvat ravinteet ja kiintoaineet ovat luonteeltaan hajakuormitusta. Peltoviljelyssä kuormituksen määrään vaikuttavat mm. peltojen määrä valuma-alueella, sijainti vesistöihin nähden, pellon kaltevuus, maalaji, pellon käyttö, viljelytekniikka, lannoitteiden käyttömäärä ja levitystapa sekä pellon vesitalous.

Myös metsätalouden rehevöittävä kuormitus voi olla alueellisesti merkittävää metsäisillä alueilla. Metsätalouden pääasialliset vesistöjä

kuormittavat toimenpiteet ovat metsäojitustoiminta, metsälannoitus sekä hakkuut. Näiden toimenpiteiden seurauksena vesistöihin kulkeutuu enemmän kiintoainetta, humusta, typpeä ja fosforia kuin luonnontilaisilta alueilta. Vuonna 1998 metsätalouden osuudeksi vesistöjen valtakunnallisesta kokonaiskuormituksesta Suomessa arvioitiin fosforin osalta 6 % ja typen osalta 5 %. Vaikka tämä osuus vaikuttaa pieneltä, metsätalouden toimenpiteillä voi paikallisesti olla hyvinkin merkittävä vaikutus vesistöjen kuormitukseen. Näin voi olla erityisesti vesistöjen latvaosissa ja vähäjärvisissä jokivesistöissä. Eri metsätaloustoimenpiteiden vaikutukset riippuvat toimenpidealueen laajuudesta, toimenpiteen voimakkuudesta ja käytetystä menetelmästä sekä käsiteltävän alueen hydrologiasta, maaperästä, topografiasta ja kasvillisuudesta.

Yleensä rehevöittävä kuormitus ja huuhtouma-arvot ovat suurimmillaan heti maankäytön toimenpiteen jälkeisenä vuotena sekä sitä seuraavina vuosina. Kuormitus voi olla myös hyvin pitkäaikaista. Maatalouden kuormitus keskittyy kevään tulva- ja sadekausiin sekä syksyn pidemmälle sadejaksolle. Vesisateet voivat olla runsaita myös leutoina talvina. Turvetuotannon kuormitus keskittyy suurimmaksi osaksi sulamaakauden tulva- ja sadejaksoihin. Vesistökuormitus on suurinta keväällä lumen sulaessa, kun sulamisvedet kuljettavat mukanaan ravinteita ja kiintoainesta vesistöihin. Rehevöitymisen kannalta kriittisimmät jaksot ajoittuvat yleensä kesän kuiviin kausiin, jolloin laimenemisolosuhteet ovat heikoimmillaan ja perustuotanto voimakkaimmillaan.

Vesistösysteemissä tietyn kuormituslähteen vaikutusalue on veden virtauksesta johtuen kaikki alapuoliset valuma-alueet. Vesistöhaitat ovat usein kuitenkin voimakkaimmat kuormituslähteen lähi-alueilla, mutta haittoja esiintyy myös kuormituslähteen alapuolisissa valuma-alueilla.

Eri maankäyttömuotojen aiheuttamaa kuormitushuuhtoumaa voidaan arvioida erilaisilla menetelmillä ja malleilla. Yleisimpiä menetelmiä ovat



Kuva 21. Eteläjoen Sahakoski. Kuva: Seppo Keränen

ominaiskuormitusluvut, matemaattiset mallit ja vesinäytteisiin perustuvat ainevirtaamat. Kuormitusarvoissa on eroja käytettäessä eri arviointitapoja. Vaikka käytetty arviointimenetelmä vaikuttaa saataviin kuormitusarvoihin, niin kuormituslaskennassa yleisimmin käytetyillä laskentamenetelmillä saadaan kuitenkin samansuuntaisia ja -suuruisia kuormitusarvoja.

Kuormitusselvityksen vesistöalueet

Valuma-alueiden kuormitusta arvioitaessa selvitysalueeksi rajattiin vesistöalueiden rajat. Selvityksen kohdealueelta laskee vettä neljältä vesistöalueelta: Karvianjoen, Kokemäenjoen, Eurajoen ja Lapinjoen vesistöalueilta. Lisäksi omaksi vesistöalueeksi selvityksessä luettiin päävesistöjen ulkopuolelle jäävät rannikon välialueiden valuma-alueet. Koska kuormitusarvioinnin rajauksena käytettiin vesistöalueita, niin osa valuma-alueista sijaitsee muissa maakunnissa kuin Satakunnassa. Merkittävä osa Kokemäenjoen vesistöalueesta sijaitsee Pirkanmaalla, osa latvavaluma-alueista muun muassa Kanta-Hämeessä ja Keski-Suomessa. Selvityksessä

päädyttiin vesistöaluerajaukseen, koska se on vesistösysteemin kannalta luonnollisin raja. Vedet laskevat aina latvavesistä alaspäin korkeuden mukaan, joten vesistön latvaosien vesi päättyy aina lopulta purkupisteeseen, mikä on Satakunnan alueen vesistöalueilla Selkämeri. Täten myös ravinteet ja muut haitta-aineet kulkeutuvat vesistön latvaosista lopulta Selkämereen. Sen vuoksi myös esimerkiksi Pirkanmaalla vesistöihin kulkeutuvilla ravinteilla on merkitystä myös Selkämeren kannalta.

Karvianjoki alkaa Pohjois-Satakunnasta, Karvianjärvestä ja purkautuu Selkämereen kolmena eri jokena, Merikarvianjokena, Pohjanjokena ja Eteläjoena. Vesistöalueen pinta-ala on 3438 km², josta järvien osuus on noin 5 prosenttia. Lähes kaikkia alueen järviä on jossain vaiheessa laskettu lähinnä maatalouden ja tulvansuojelun tarpeisiin. Säännöstelyjä järviä ovat Isojärvi, Inhottujärvi, Karhijärvi ja Kynnäsjärvi. Suurin osa vesistöalueen pinta-alasta on metsää, noin 2/3 kokonaispinta-alasta. Myös soita on paljon ja etenkin alueen pohjoisosissa niiden osuus pinta-alasta on jopa 30-50 prosenttia. Peltojen osuus on noin 12 prosenttia ja ne ovat pääasiassa sijoittuneet vesistöjen varsille. Vesistöihin kulkeutuva kuormitus on pääasiassa lähtöisin hajakuormituksesta, lähinnä maataloudesta. Myös

metsätalous ja turvetuotanto kuormittavat vesistöä ja niiden vaikutus on etenkin paikallisesti suuri, samoin kuin taajamien jätevesikuormituksella. Vesistöalueen järvet ovat tyypillisesti pieniä, sameita, humuspitoisia, ruskeita ja kohtalaisen ravinteisia. Vesien käyttökelpoisuus on luokkaa välttävä-tyydyttävä, mutta toisaalta vesistöalueelta löytyy myös hyvälaatuisia puroja, joissa on tavattu mm. purotaimenta ja jokihelmisimpukkaa.

Kokemäenjoen vesistö on maamme neljänneksi suurin vesistö. Se ulottuu Keski-Suomesta Selkämerelle ja sen pinta-ala on kaikkiaan 27 046 km². Varsinainen Kokemäenjoki alkaa kuitenkin Vammalan Liekovedestä. Joen luonnetta on muutettu aikojen saatossa tukinuittoa, tulvasuojelua ja voimalarakentamista varten ja joki on lähes koko pituudeltaan porrastettu voimatalouskäyttöön. Viidennes alueen pinta-alasta on peltoa ja noin 11 prosenttia järviä. Alueen suurimpia järviä ovat mm. Sääksjärvi, Kiikoisjärvi, Joutsijärvi ja Palusjärvi. Kokemäenjoen vesi on melko runsasravinteista, ruskeaa ja sameaa. Taajamien ja teollisuuden jätevesikuormituksen vähennyttyä hajakuormitus on noussut joen suurimmaksi kuormittajaksi. Yleisen käyttökelpoisuusluokituksen mukaan valtaosa Kokemäenjoesta kuuluu tyydyttävään luokkaan ja vain Kokemäenjoen latvaosa Loimijoen laskukohtaan asti luokitellaan hyväksi. Käyttökelpoisuutta alentavat talviset happivajeet sekä etenkin tulva-aikoina korkeat ravinteiden, kiintoaineen ja bakteerien määrät. Kokemäenjoen veden laatu on kuitenkin merkittävästi parantunut 1970-luvun alun tilanteeseen verrattuna ja myös jokeen päätyvä metallikuormitus on oleellisesti vähentynyt. Samoin joen kalataloudellinen arvo on vuosien notkahduksen jälkeen lisääntymässä joen tilan paranemisen myötä.

Eurajoki on Kokemäenjoen ja Karvianjoen jälkeen selvitysalueen suurin joki. Vesistöalueen kokonaispinta-ala on 1336 km². Eurajoki saa alkunsa Säskylän Pyhäjärvestä ja laskee Selkämereen Rauman pohjoispuolella Eurajoensalmessa. Vesistöalueella on lukumääräisesti vähän järviä, mutta Pyhäjärven suuresta koosta johtuen järvien osuus pinta-alasta on 13 prosenttia. Alueen suurimpia järviä Pyhäjärven lisäksi ovat Köyliönjärvi ja Turajärvi ja merkittäviä jokia ovat muun muassa Yläneenjoki ja Pyhäjoki. Vesistöalueen pienet järvet ovat tyypillisesti matalia, ruskeavetisiä ja melko ravinteisia. Vesistöön joutuvista ravinteista suurin osa on peräisin hajakuormituksesta, pääosin maataloudesta. Peltojen osuus pinta-alasta on 23 prosenttia ja ne ovat pääosin keskittyneet vesistöjen varsille. Myös haja-asutus, samoin kuin teollisuuden ja yhdyskuntien jätevedet kuormittavat vesistöä. Joen alajuoksun rikkipitoisilta alunamailta huuhtoutuva

happamuus aiheuttaa ajoittain ongelmia etenkin kalastolle. Eurajoen tila on käyttökelpoisuusluokituksen perusteella tyydyttävä ja siihen laskevan Köyliönjoen tila välttävä.

Lapinjoen vesistöalue on pinta-alaltaan (461 km²) Satakunnan pienin päävesistöalue. Se saa alkunsa Pyhäjärven länsipuoliselta metsä- ja suoalueelta ja laskee Selkämereen Rauman pohjoispuolella. Lapinjoen vesistöalueella on järviä noin 4 % kokonaispinta-alasta ja ne ovat tyypillisesti ruskeavetisiä ja humuspitoisia. Alueen järvet ovat paikoin rehevöityneet ja limalevä haittaa ajoittain virkistyskäyttöä myös Lapinjoessa. Vesien käyttökelpoisuus on enimmäkseen luokkaa tyydyttävä. Pääosa vesistökuormituksesta tulee hajakuormituksena, mm. maataloudesta ja haja-asutuksesta. Peltojen osuus vesistöalueen kokonaispinta-alasta on noin 23 %. Lapinjoen vesistöalueella esiintyy jonkin verran happamia alunamaita, mikä aiheuttaa ajoittain vesistöjen happamuutta.

Erityisvaluma-alueet

Selvitysalueelta valittiin kolme erityisvaluma-aluetta, joiden kuormitusta tarkastellaan muuta aluetta yksityiskohtaisemmin. Erityisvaluma-alueet ovat rannikon välialueiden valuma-alueet, Loimijoen valuma-alue ja Kauvatsanjoen valuma-alue. Rannikon välialueiden valuma-alueet eivät kuulu mihinkään päävesistöalueeseen. Ne ovat suorassa yhteydessä Selkämereen, joten niillä voi olla paikallisesti merkittävä rooli kuormituksessa. Selvitykseen valittiin välialueiden valuma-alueista ne, jotka sijaitsevat Satakunnan alueella. Valuma-alueet ovat eri kokoisia vaihdellen hehtaareista useisiin kymmeniin neliökilometreihin. Välialueilla sijaitsee muun muassa Rauman edustan Voilodonlahteen laskeva Kaljasjoki, Merikarvian Pieskerinlahteen laskeva Kasalanjoki, Luvian edustalle laskeva Harjajuopanoja ja Ahlaisten edustan Kellahteen laskeva Kellahdenjoki. Näiden jokien valuma-alueilla maankäyttö on hyvin erilaista ja kuormituspaine tulee pääosin maa- ja metsätaloudesta. Valuma-alueilla on vähän järviä ja niiden maaperä on vaihtelevaa. Valuma-alueilla sijaitsee muutamia suurehkoja kaupunkeja, kuten Pori ja Rauma, joiden alueelta tulee kuormitusta valuma-alueille. Valuma-alueiden vedenlaadusta on vähän tietoa, mutta se on pääosin hyvää tai tyydyttävää käyttökelpoisuudeltaan. Välialueiden valuma-alueilta halutaan saada lisää tietoa, koska valuma-alueiden kuormituksesta ei juurikaan ole aikaisempia arvioita. Välialueiden merkitystä Selkämeren vedenlaadulle ja rehevöitymiselle voidaan myös arvioida kuormituslaskennan avulla.



Kuva 22. Kesäinen Loimijoki. Kuva: Tapani Suojanen

Loimijoen ja Kauvatsanjoen valuma-alueet ovat Kokemäenjoen alaosan merkittävimpiä valuma-alueita. Loimijoki saa alkunsa Tammelan ylänkö-alueilta ja laskee lounaisen Hämeen viljelysalu-eiden läpi yhtyen Huittisissa Kokemäenjokeen. Loimijoen valuma-alue on Kokemäenjoen vesistöalueen vähäjärvisin osa-alue (järvisyys alle 3 %), mutta peltojen osuus on puolestaan suurin, noin 39 prosenttia. Joen virtaamavaihtelut ovat suuria (keskivirtaama $26 \text{ m}^3/\text{s}$), koska virtaavia tasaavia järviä ei juuri ole (Koivunen ym. 2006). Loimijoella tulvat ovatkin yleisiä. Alueen vesistöt ovat savi-sameita ja runsasravinteisia johtuen lähinnä eroosioherkästä maaperästä ja valuma-alueelta tulevasta hajakuormituksesta. Lisäksi alueen vesistöjä kuormittavat myös taajamien ja teollisuuden jätevedet. Loimijoen ja sen sivujokien vedenlaatu on yleiseltä käyttökelpoisuudeltaan keskimäärin välttävää. Loimijoen mukanaan kuljettamien ravinteiden määrä näkyy mm. Kokemäenjoen vedenlaadussa, joka huononee selvästi Loimijoen yhtymäkohdan jälkeen. Loimijoen kuormituksen määrän ja alkuperän tarkempi selvittäminen mahdollistaa hoitotoimenpiteiden tarkoituksenmukaisemman kohdistamisen ongelmavaluma-alueille.

Kauvatsanjoen latvat ulottuvat Suodenniemelle saakka ja se virtaa läpi Kauvatsan peltoaukeiden laskien Puurijärveen, josta vedet laskevat Ala-Kauvatsanjokea pitkin Kokemäenjokeen. Joen vedenlaatu on yleisen käyttökelpoisuusluokituksen

mukaan tyydyttävä. Alueella ei ole merkittävää teollisuuden kuormitusta, vaan hajakuormitus on pääasiallinen vedenlaadun heikentäjä (Koivunen ym. 2006). Yhtälaila Kauvatsanjoen valuma-alueen merkitystä Kokemäenjoen vedenlaatuun ja kokonaiskuormitukseen tarkennetaan.

Käytetyt kuormitusarvioinnin menetelmät ja mallit

Selvitysalueella muodostuvaa rehevöittävää kuormitusta arvioitiin pääosin VEPS-arviointijärjestelmällä, joka on esitelty tarkemmin myöhemmin. VEPS:n tulokset yhdistettiin olemassa oleviin paikkatietoaineistoihin, joiden avulla voitiin tunnistaa eri kuormituslähteitä ja niiden suuruutta valuma-alueilla. Paikkatietoaineistoilla voitiin selkeämmin ilmentää maantieteellisiä vaihteluita eri valuma-alueiden kesken.

Selvityksen alussa havaittiin, että yksi suurin ongelma on se, että useinkaan erilaisia aineistoja ei ole tarjolla valuma-alueitasolla, vaan ne noudattavat hallinnollisia rajoja, kuten kuntarajoja. Aineistoja pyrittiin parhaan mukaan yhdistelemään, jotta 3. jakovaiheen valuma-aluekohtaiseen tarkasteluun päästäisiin. Kaikkien aineistojen osalta tämä ei ollut mahdollista. Esimerkiksi tuotantoeläinten lukumäärät, pellonkäyttötiedot ja hakkuupotentiaalitiedot ovat kuntakohtaisia tietoja. Hakkuupo-

tentiaalitiedoilla tarkoitetaan metsäkeskuksen laskelmia alueen tulevaisuuden hakkuuvarannoista.

Paikkatietoaineistoissa käytettiin lähinnä päälekkäisyysanalyysiä, jossa kahden eri aineiston yhdistämällä luodaan kolmas aineisto, joka sisältää uutta tietoa. Esimerkiksi yhdistämällä 3. jakovaiheen valuma-aluejako ja maaperäaineisto saadaan valuma-aluekohtainen maaperäaineisto, jonka avulla tiedetään kuinka paljon kutakin maaperälajia on kullakin valuma-alueella.

Paikkatietoaineistojen luokittelussa käytettiin pääosin Natural breaks -luokittelua. Siinä aineiston luokittelu perustuu sen omiin arvoihin. Aineisto jaetaan luokkiin siten, että kunkin luokan arvot ovat mahdollisimman samankaltaisia toistensa kanssa, mutta samalla mahdollisimman erilaisia muiden luokkien arvojen kanssa. Täten luokittelun raja-arvot ovat sellaisia, joissa on suhteellisen suuri väli arvojen välillä. Usein alhaisissa luokissa on paljon yksittäisiä arvoja, kun taas arvojen määrä vähenee suurissa luokissa. Natural breaks -luokittelua käytettiin kaikissa paikkatietoaineistoissa, jos siitä ei erikseen mainita aineistoesittelyn yhteydessä.

Paikkatietoaineistot

Paikkatietoaineistoissa pyrittiin mahdollisimman suureen tarkkuuteen. Sen vuoksi analyyseissä käytettiin mahdollisimman tarkkoja kartta-aineistoja. Lähtökohtana oli käyttää olemassa olevia aineistoja, koska uusien aineistojen tuottaminen on hyvin aikaavievää. Paikkatietoaineistoista käytettiin maankäyttö-, maaperä-, ojitus-, hakkuu-, VEPS-, pellonkäyttö-, lantakuormitus- ja peltokaltevuus-aineistoja.

Maankäyttöaineistona käytettiin Corine Land Cover 2000-aineistoa, joka perustuu vuosina 1999 - 2002 otettuihin satelliittikuviiin ja niistä tuotettuihin satelliittimosaiikkeihin ja maanpeitetietoihin. Maanpeitetieto saatiin analysoimalla satelliittikuvilta mm. puuston pituutta ja peitteisyyttä, puulajisuhteita, kasvillisuustyyppejä ja -peittoa kuvaavia jatkuvia muuttujia. Satelliittikuvatulkinnan avulla saatava maanpeitteisyyttä kuvaava tieto yhdistettiin paikkatietoaineistojen sisältämän maankäyttö- ja maaperätiedon kanssa. Tärkeimmät lähdeaineistona käytetyt paikkatietoaineistot olivat SLICES-maankäyttöaineisto, Maastotietokannan maaperätiedot ja Väestörekisterikeskuksen rakennus- ja huoneistorekisteri. Suomesta tuotettiin rasterimuotoinen paikkatietoaineisto, jossa pienin kartoitettava yksikkö vastaa maastossa 25 x 25 metrin alaa. Corine-aineisto valmistui Suomen ympäristökeskuksessa vuonna 2004.

Maankäyttöä ja maanpeitettä kuvataan kolmitasoisella hierarkkisella luokittelulla. Pääluokat ovat rakennetut alueet; maatalousalueet; metsät sekä avoimet kankaat ja kalliomaat; kosteikot ja avoimet suot sekä vesialueet. Pääluokat jaetaan edelleen 15 alaluokkaan luokittelun toisella tasolla. Selvityksessä on käytetty pääluokkia soveltaen: maatalousalueet, metsät, turvemaat, infrastruktuuri ja vesialueet.

Metsänkäyttöaineistot perustuvat Metsäntutkimuslaitoksen Valtakunnan metsien inventointeihin, joka on metsien ja metsävarojen seurantajärjestelmä. Inventointien tuottamat metsävaratiedot perustuvat monipuolisiin monilähdeinventointeihin, joissa yhdistetään muun muassa maastomittauksia, satelliittikuvia, numeraalisia peruskarttoja ja korkeusmalleja. Satelliittikuvien tarkkuus maastossa on 25 m x 25 m. Inventointeja on tehty 8-10 vuoden välein, mutta uusimmassa 10. inventoinnissa tarkasteluväli lyhennettiin 5 vuoteen. Selvityksessä hyödynnettiin hakkuutietoja 9. (1998-2002) ja 10. (2003-2005) inventoinneista, mutta tiedot olivat saatavilla ainoastaan Satakunnan ja Pirkanmaan alueilta. Osasta Kokemäenjoen vesistöalueen valuma-alueita hakkuutietoja ei ollut käytettävissä.

Lisäksi Lounais-Suomen metsäkeskuksesta saatiin tavoitteelliset metsänkäyttötiedot Satakunnan 32 kunnalle. Tiedot sisälsivät tavoitteelliset harvennus- ja uudistushakkuut sekä lannoitustarpeet seuraavalle 10 vuodelle jaettuna kahdelle 5-vuosi-kaudelle. Lannoituksessa terveys- ja kasvatuslannoitustiedot yhdistettiin.

Ojitustiedot perustuvat Maanmittauslaitoksen digitaalisen maastotietokannan uoma-aineistoon. Uoma-aineistossa on kaikki luonnontilaiset ja ojitettut uomat. Sijaintitietojen tarkkuus vastaa mitataavaa 1:5000 - 1:10 000. Tietojen ajantasaisuus vaihtelee alueittain 3 - 10 vuoteen. Ojitukset eroteltiin luonnontilaisista uomista räätälöidyn paikkatietosovelluksen avulla, jonka erottelukyky on yli 80 %. Tehtyjä ojituksia ei ajoitettu. Sen sijaan Satakunnassa arvioitiin tulevia kunnostusojituksia ja lannoituksia metsäkeskuksen tavoitesuunnitelmien perusteella.

Maaperäaineistona käytettiin Geologisen tutkimuskeskuksen numeraalista maaperäkarttaa 1:100 000. Numeraalinen kartta-aineisto vastaa mitataavaan 1 : 100 000 painetun kartan tarkkuutta. Aineiston pikselikoko on 25 m. Aineistossa on yhteensä 19 maaperäluokkaa, mutta selvityksessä käytettiin ainoastaan seitsemää: moreeni ja moreenimuodostumat, kalliomaat ja kivikot, harju- ja deltamuodostumat, sora ja hiekka, savi ja siltti, turve sekä vesi.

Eri mittakaavaisia maaperäaineistoja jouduttiin yhdistelemään, koska tarkempi (1: 100 000)

maaperäaineisto ei kattanut koko selvitysaluetta. Karkeampaa (1: 1 000 000, pikselikoko 200 m) maaperäaineistoa jouduttiin hyödyntämään selvitysalueen pohjoisosissa. Aineistojen rajat kulkevat vaakasuoran viivan tavoin Merikarvian/Siikaisten eteläpuolella ja Kankaanpään pohjoispuolella. Tämä voi vaikuttaa maaperäanalyyysien luotettavuuteen selvitysalueen pohjoisosissa.

Kuormitusarviointi toteutettiin VEPS-arviointijärjestelmän avulla. Kuormitusarvioinnissa käytettiin useita eri näkökulmia. Peruskuormitusarvioinnissa hyödynnettiin suoraan VEPS:n antamia tuloksia. Koska nämä tulokset ovat osittain pinta-alasidonnaisia, niin toisessa tarkastelussa valuma-aluekohtaiset kuormitusarvot jaettiin valuma-alueiden pinta-aloilla. Näin saatiin poistettua pinta-alojen vaikutus tuloksista. Lopuksi laskettiin ihmisen aiheuttama hajakuormitus, jolloin aineistosta poistettiin pistekuormitus, laskeuma, turvetuotannon vaikutus ja luonnonhuuhtouma. Ihmisen aiheuttaman hajakuormituksen arvioinnissa luokkarajoina käytettiin vesipolitiikan puitesäädöksiin 13 artiklan mukaisen raportoinnista vastaavan painetyöryhmän alustavia kuormituksen ohjearvoja (versio 17.9.2007). VEPS:n laskentaperusteista on tarkempaa tietoa seuraavassa kappaleessa.

Pellonkäyttötiedot, eläintilojen ja eläinten lukumäärät saatiin Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskuksesta (TIKE). Tiedot sisälsivät viljeltävän lajin/lajikkeen pinta-alat kullakin alueella. Eläintilojen osalta tiedot olivat tilamääriä kullakin alueella ja eläintiedoissa eläinmäärät kullakin alueella. Kaikki tiedot olivat vuodelta 2007. Tiken tiedot olivat kuntakohtaisia ja niitä hyödynnettiin valuma-alueitasolla soveltaen. Kuormitus laskettiin ominaiskuormitusluvulla. Tämä tarkoittaa sitä, että peltojen pinta-ala ja tuotantoeläinten määrä kerrottiin ominaiskuormitusluvulla, joka perustuu tutkimustietoon. Peltokuormituksen ominaiskuormitusluvut olivat savimaille. Peltokuormituksessa kasvilajit jaettiin ryhmiin: kevätviljat, syysviljat, juurikkaat ja nurmet. Vaikka pellonkäyttötietoja ei saatu suoraan jaoteltuna edellä mainittuihin kasvi-ryhmiin, niin lajiryhmät on pyritty jakamaan mahdollisimman todenmukaisesti. Peltokuormituksen ominaiskuormitusluvut perustuivat fosforin osalta artikkeliin Puustinen ym. (2005) ja typen osalta Tapio & Turtola (2006) lukuun ottamatta nurmi-ryhmää, jonka luku saatiin tiedotteesta Turtola & Jaakkola (1985). Fosforin ominaiskuormitusarvot koskevat kiinteää fosforia (ominaiskuormitusarvot välillä 3,71-0,94 kg/ha) ja typen kokonaistyyppiä (arvot välillä 10,1 -5,4 kg/ha). Typpi-arvot laskettiin kullekin kasviryhmälle artikkelin eri tutkimusvuosien keskiarvona. Juurikasviljelyn ravinnehuu-

toutumista ei ole juurikaan tutkittu Suomessa. Juurikkaan fosforin ominaiskuormitusarvoksi saatiin 4 kg/ha (Bruncrona 1994) ja typen ominaiskuormitusarvoksi 23,9 kg/ha (Sileika 2000). Peltokuormitus laskettiin seuraavasti:

$$K_{\text{pelto}} = K_{\text{luku}} \times A,$$

missä

$$K_{\text{pelto}} = \text{peltokuormitus}$$

$$K_{\text{luku}} = \text{ominaiskuormitusluku}$$

$$A = \text{pinta-ala}$$

Lantakuormitus laskettiin ottaen huomioon erikseen kuivikelanta, virtsa, lietelanta ja kuivikelanta + virtsa (virtsa kuivikkeeseen imeytettynä), mutta joiden vaikutus yhdistettiin laskennassa. Kuormitusarvioinnissa eri eritteiden kuormituksen laskettiin yhteen käyttäen sopivia eläinkertoimia ja ominaiskuormitusarvoja (liite 5). Lantakuormitus laskettiin:

$$K_{\text{lanta}} = \sum (E \times E_{\text{kerroin}}) \times K_{\text{luku}} / P_{\text{ala}}$$

missä

$$K_{\text{lanta}} = \text{lantakuormitus}$$

$$E = \text{eläinten määrä}$$

$$E_{\text{kerroin}} = \text{eläinkerroin}$$

$$K_{\text{luku}} = \text{ominaiskuormitusluku}$$

$$P_{\text{ala}} = \text{kunnan peltoala}$$

Peltojen keskimääräinen kaltevuus valuma-alueittain saatiin Suomen ympäristökeskuksen valmiista aineistoista. Aineiston luokkarajoina käytettiin VIHMA-mallin kaltevuusluokkia (Grönroos ym. 2007).

VEPS-arviointijärjestelmä

Suomen ympäristökeskuksessa on kehitetty vesistökuormituksen arviointiin VEPS-järjestelmä, jonka avulla voidaan arvioida 3. jakovaiheen vesistöalueilla eri kuormituslähteiden suuruutta (Tattari & Linjama 2004). VEPS-järjestelmä arvioi pistekuormituksen, hulevedet, maatalouden, metsätalouden, luonnonhuuhtouman, laskeuman, turvetuotannon ja haja-asutuksen mukaan lukien loma-asutuksen aiheuttaman kuormituksen. Maa-käyttömuotojen pinta-alat on saatu Corine Land Cover 2000 ja SLICES –satelliittiaineistoista. Eri kuormituslähteiden laskentaperustetiedot ovat referaatti VEPS:n käyttöohjeista, jotka ovat ympäristöhallinnon Hertta-tietojärjestelmässä.

Pistekuormituksen osalta VEPS-järjestelmän lähtötiedot perustuvat Valvonta ja kuormitustietojärjestelmän (VAHTI) tuottamiin laitospaikoittaisiin tietoihin. VAHTI on osa Ympäristönsuojelun tietojärjestelmää (YSL 27§) ja siihen tallennetaan tietoja



Kuva 23. Pellon kuivatusojan kaivaminen. Kuva: Seppo Keränen

mm. ympäristölupavolvollisten luvista ja päästöistä vesiin ja ilmaan sekä jätteistä. Tietojärjestelmä tuottaa perustiedot valtakunnantason ympäristökuormituksesta ilmaan ja vesiin sekä jätetiedot. Tietojärjestelmä sisältää ympäristökuormitustietoja 1970-luvulta lähtien, mutta tietojen kattavuus ja luotettavuus aikasarjoissa vaihtelee. Ympäristökuormitustiedot ilmoitetaan yleisesti vuosiarvoina, eräiden tietojen osalta kuitenkin kuukausiarvoina. Toimialoja ovat asutus, jätteenkäsittely, kalankasvatus, saastuneet maa-alueet, teollisuus ja liikenne. Liikenteellä tarkoitetaan lentokenttien jätevesiä.

Rakennettu ympäristö muuttaa vesistöjä ja lähiympäristön vesiosuhteita merkittävästi. Kaupunkiympäristössä kadut, pihat ja katot estävät veden imeytymisen maahan ja syntynyt hulevesi aiheuttaa maa-aineksen, ravinteiden, metallien ja haitallisten aineiden huuhtoutumista. VEPS:ssä hulevesien aiheuttamaa ravinnekuormaa arvioidaan havaittujen laskeumatietojen perusteella. Järjestelmässä oletetaan, että 20%:ia laskeuman typpi- ja fosforikuormasta kulkeutuu vesistöihin hulevesien mukana. VEPS-järjestelmän hulevesien ravinnepäästöjen laskentamenetelmä on epätarkka ja tuloksiin on syytä suhtautua varauksella.

Peltoviljelyn aiheuttaman kokonaisfosforikuormituksen laskenta perustuu matemaattisella ICEC-

REAM-mallilla (Tattari ym. 2001, Bärlund ja Tattari 2001) laskettuihin kuormituslukuihin. Kokonaistyyppikuorma perustuu SOIL-N simulointituloksiin (Granlund ym. 2000). ICECREAM-mallissa otetaan huomioon sääolot, peltojen kaltevuus, maaperä ja kasvilajit. Havainnot sääoloista perustuvat 10 vuoden keskiarvoon. Peltojen kasvilajitietona on käytetty Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskuksen vuoden 2002 kuntatilaustoista saatuja kasvitietoja ja maalajitieto perustuu Viljavuuspalvelun peltojen pintamaan maalajitietoon. Kullekin kunnalle on määritetty aineiston perusteella vallitseva maalaji, kun taas kasvitiedoista on laskettu kunkin kasvilajin prosenttiosuuden mukaan ns. alueella kasvava keskimääräinen kasvi. Näiden tietojen perusteella on laskettu peltojen kaltevuustiedon avulla (DEM, 25 x 25 m) kullekin 3. jakovaiheen vesistöalueelle ominaiskuormitusarvio hyödyntäen yksittäisissä vesistötutkimuksissa saatuja mallituloksia.

Metsätaloustoimenpiteiden rehevöittävä kuormitus lasketaan VEPS-järjestelmässä metsätilastojen ja eri tutkimuksista saatujen metsätalouden toimenpiteiden ominaishuuhtoutuma-arvojen avulla. Vuotuiset metsätalouden toimenpidetiedot on saatu Metsäntutkimuslaitokselta. Kuormituslaskelmat tehtiin erikseen ojituksen, kunnostusoji-

tuksen, raskaasti muokattujen uudistushakkuiden, kevyemmin muokattujen uudistushakkuiden, kivennäismaiden typpilannoituksen ja turvemaiden fosforilannoituksen fosfori- ja typpihuuhtoutumista. Vaikka myös muista toimenpiteistä, kuten muokkaamattomista uudistushakkuista ja metsäteiden rakentamisesta voi tulla kuormitusta, katsottiin se tässä tarkastelussa merkityksettömäksi valuma-alueittain. Metsäkeskuksittain ilmoitettu metsätilastotieto on muunnettu koskemaan kuutta päävesistöaluetta: Vuoksen, Kymijoen, Kokemäenjoen, Oulujoen, Kemijoen ja Tornionjoen- ja Muonionjoen vesistöalue. Tämän lisäksi laskettiin erikseen Suomenlahteen, Saaristomereen, Selkämereen, Perämereen, Vianmereen ja Jäämereen laskevien pienempien vesistöjen kuormitus. Toimenpiteiden määrien oletettiin jakautuvan tasaisesti koko metsäkeskuksen maapinta-alalle. Vesistöalueen tai vesistöaluejoukon (esim. Selkämereen laskevat pienet vesistöalueet) kokonaiskuormitus metsätaloudesta jaetaan tasaisesti koko vesistöalueen metsätalousmaalle. VEPS-järjestelmä käyttää tätä lukua osa-alueiden kuormituksena. Yksittäisen kuormittavan tapahtuman vaikutuksen oletettiin eräin poikkeuksin kestävän 10 vuotta.

Luonnonhuuhtoumalla ymmärretään metsämaaperästä, soilta ja pelloilta luonnontilassa vesistöihin joutuvaa ravinnepitoista vettä. VEPS:ssä kokonaisravinteiden luonnonhuuhtouma arvioidaan perustuen 42 luonnontilaiselta, pieneltä valuma-alueelta mitattuun keskimääräiseen huuhtoumaan Suomen eri osissa (Mattson ym. 2000). Tässä tehtävä yleisty perustuu siihen, että kokonaisravinteiden huuhtoutuminen riippuu turvemaiden osuudesta valuma-alueilla. Erityisesti kivennäismaavaltaisilla alueilla (joilla turvemaiden osuus <30%) luonnonhuuhtoumassa Etelä- ja Pohjois-Suomen välillä on tasoero. Etelä-Suomessa typen luonnonhuuhtoumaa lisää mm. viljavampi maaperä ja korkeampi typpilaskeuma. Turvemaavaltaisilla alueilla (>30%) aineiston hajonta on merkittävää eikä selkeää eroa maan eri osien välillä voitu havaita. Turvemaiden/kivennäismaiden osuutta valuma-alueesta käytetään laskennassa siis indeksinä, johon integroituu monien muidenkin tekijöiden, mm. ilmaston ja hydrologian osuutta alueellisesta vaihtelusta.

Suomen ympäristökeskus mittaa kansallisena seurantaohjelmana sadeveden ainepitoisuuksia ja kokonaislaskeumaa, joka koostuu sateen mukana tulevasta märkälasseumasta sekä keräimeen laskeutuvista leijuvista hiukkasista eli kuivalasseumasta. Suurin osa laskeumanäytteen ilmaperäisistä epäpuhtauksista on yleensä märkälasseumasta peräisin. Asemaverkossa mittausasemat on pääosin sijoitettu haja-asutusalueille (14 kpl). Näillä

mittausalueilla ei ole merkittäviä pistemäisiä ilman epäpuhtauksien päästölähteitä, joten mittauksilla on pyritty havainnoimaan niin sanotuille tausta-alueille sateen mukana tulevan ainekuormituksen perustasoa. VEPSin laskeumatiedot perustuvat näihin mittauksiin. VEPS:ssä kullekin aluekeskukselle on määritetty ominaislaskeuma perustuen alueella sijaitsevien laskeumaseuranta-asemien vuotuisiin laskeumakeskiarvoihin. Kunkin 3. jakovaiheen vesistöalueen ominaiskuormitusarvo on arvioitu näiden tietojen perusteella. Laskeuman vuotuiset vaihtelut sekä alueelliset erot voivat olla suuria, kokonaistypen laskeuma-arvot vaihtelevat 188-1042 mg/m²/v ja kokonaisfosforin 4-25 mg/m²/v. Vaihtelua voi aiheuttaa sadannan vuosien väliset ja vuoden sisäiset vaihtelut sekä typen osalta myös päästöjen vähentyminen viimeisen 10-15 aikana. Korkeimmat laskeuma-arvot mitataan Etelä- ja Länsi-Suomessa, missä Suomen omien päästöjen ja kaukokulkeuman vaikutus on suurin. Laskeuma-arvot, erityisen typen osalta, pienenevät pohjoista kohti mentäessä kun etäisyys suurempiin päästö-alueisiin kasvaa.

Turvetuotannon kuormitus on VEPS:ssä arvioitu laskennallisesti ominaiskuormitusarvioiden avulla. Nykyisessä VEPS-järjestelmässä turvetuotantoalueiden sijainti ja laajuus arvioidaan satelliittikuviin pohjautuvasta maankäyttö- ja puustotulkinnasta. Kuormituksen laskennassa käytetään turvetuotannon ominaiskuormituksen oletusarvona 0.27 kg/ha/v fosforille ja 10 kg/ha/v typelle. Turvetuotannon aiheuttamalle vesistökuormitukselle on ominaista suuret vuotuiset vaihtelut johtuen tuotannon vaiheesta ja valuntaolosuhteista. Turpeen erilainen laatu ja kuivatusvesien erilaiset käsittelymenetelmät aiheuttavat myös eroja kuormituksessa.

VEPS:ssä haja-asutustiedot perustuvat vuoden 2000 tilastoihin (Rakennus- ja huoneistorekisteri 2000). Tilastoista ilmenee viemäriverkostoon liittyväntömiien asukkaiden ja asuinhuoneistojen määrä haja-asutusalueilla ja taajamissa. Tieto on paikkaan sidottua, joten se on mahdollista yhdistää 3. jakovaiheen vesistöalueiden rajaustietoon. Haja-asutuksen piiriin kuuluu Suomen väestöstä noin 19% eli 1 000 000 asukasta. Vapaa-ajan asuntojen määrä on 460 000, joista noin 30 000 on liittynyt viemäriverkostoon. Haja-asutuksen ominaiskuormitusarvio perustuu tutkimustuloksiin varustetasoltaan erilaisten haja-asutusten kuormituksesta. Laskenta perustuu käsittelytasoon, mikä haja-asutusalueilla oli vallitseva 1990-luvun alkupuolella. Rehevöittävää kuormitusta vähentävänä tekijänä luvuissa on lisäksi jo otettu huomioon arvioitu keskimääräinen jäteveden purkupaikan etäisyys vesistöstä. Käytetyistä yleistyksistä johtuen näitä ominaiskuor-

mituslukuja on käytettävä varoen, erityisesti kun arvioidaan kuormitusta pienillä, 3. jakovaiheen vesistöalueilla.

Kuormitusarvioinnissa ja VEPS-arviointijärjestelmän käytössä huomioitavaa

Kuormitusvaikutuksia arvioitaessa on tärkeää muistaa, että kyse on arviosta, joka on tuotettu parhailla käytettävissä olevilla tiedoilla. Kuormitusarviointi ei pysty antamaan todellisuutta yksityiskohtaisesti vastaavaa tietoa, vaan pyrkii antamaan mahdollisimman tarkan arvion todellisesta tilanteesta. Yksittäisten kuormituslähteiden vaikutusarviointi voi olla korkeintaan hyvin suuntaa-antavaa, poikkeuksena mittauksiin perustuvat arviot.

VEPS-arviointijärjestelmä kattaa koko Suomen. Järjestelmässä on jouduttu tinkimään yksityiskohdista, koska aineistoja ei ole saatavilla kaikilta alueilta ja kaikista maankäyttömuodoista riittävällä tarkkuudella. VEPS-järjestelmä pystyy tuottamaan ainoastaan suuntaa-antavaa tietoa eri hajakuormituslähteiden suuruudesta. Maankäyttömuodot saadaan 3. jakovaiheen vesistöalueiden tarkkuudella, kun taas useimmat käytetyt laskentamenetelmät on arvioitu suurempien alueiden aineistojen, kuten metsätilastollisten toimenpiteiden, perusteella. Laskennoissa käytetyt regressiokaavat (esimerkiksi luonnonhuuhtouma), suorat mittaushavainnot (esimerkiksi laskeuma) sekä mallinnustulokset (esimerkiksi maatalous) perustuvat suhteelliseen suppeaan aineistoon, joka on alueellistettu kattamaan kaikki 3. jakovaiheen vesistöalueet. Esimerkiksi maatalouden kuormitusarvioinnissa kaltevuus ja maaperälaji ovat kuntakohtaisia yleistyksiä valuma-alueen sijaan. Alunperin VEPS:ä ei ole kehitettykään yksityiskohtaiseen kuormitusarviointiin, vaan osoittamaan potentiaaliset riskivaluma-alueet. Vaikka selvityksessä on pyritty tarkkuudessa 3. jakovaiheen valuma-alueisiin, niin VEPS:n tuloksien luotettavuus kärsii mitä suurempimittakaavaisesta alueesta on kyse (Alahuhta ym. 2007).

VEPS ei sovellu kuormituksen ajallisen vaihtelun laskentaan. Lisäksi hydrologiaa ei ole otettu huomioon laskennassa laisinkaan. Maankäyttö perustuu SLICES-aineistoon, joka on kertainventoitu aineisto, joka ei siis sisällä ajallisia maankäytön muutoksia. VEPS:ssä on kaksi kuormittajaa, jossa ajallinen vaihtelu on otettu huomioon: laskeuma perustuu mitattuun tietoon ja samoin metsätalous-toimenpiteiden määrä metsäkeskuksittain. Muun muassa maatalouden kuormitus edustaa keskimääräistä (10 vuoden) kuormitusarvoa (Tattari 2007). Olennaista on myös se, että VEPS-järjestel-

mä ei huomioi sedimentaatiota tai koko vesistö-systeemiä. Esimerkiksi runsasjärvisyys vaikuttaa ravinnekuormitukseen siten, että osa ravinteista sedimentoituu järvi-altaiden pohjalle. Täten kokonaiskuormituksesta vain osa päätyy lopulta vesistöalueen purkupisteeseen, mikä selvitysalueella on Selkämeri. VEPS-arvioinnissa jokainen valuma-alue muodostaa itsenäisen yksikön, johon yläpuoliset valuma-alueet eivät vaikuta. VEPS arvio siten alueella muodostuvan kuormituksen, mutta ei kerro, miten paljon kuormituksesta kulkeutuu tai sedimentoituu vesistöön.

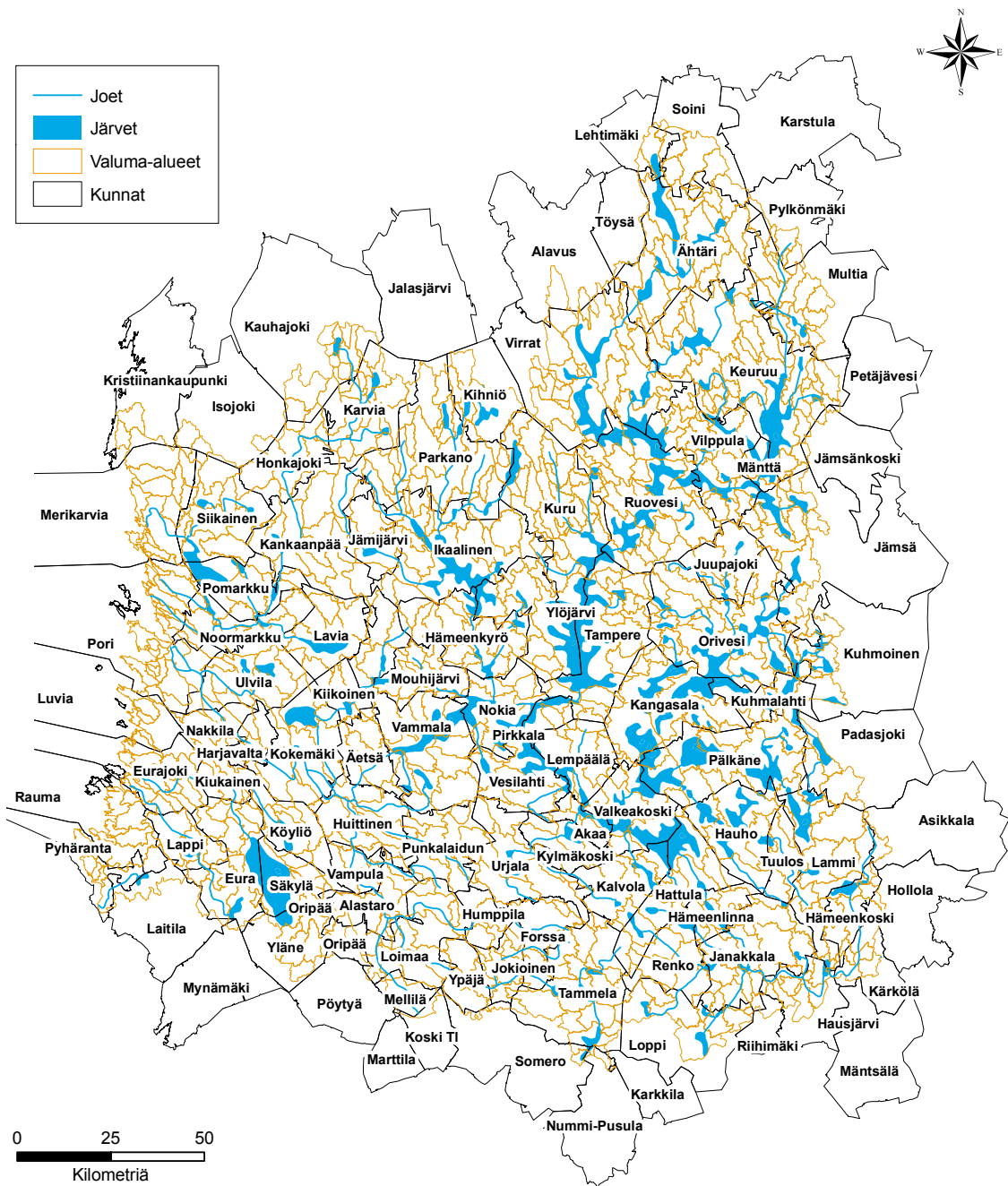
Kuitenkin tämän selvityksen kaltaisissa tarkasteluissa ei välttämättä edes tarvita kaikkein tarkimpia arvioita, koska halutaan selkeä yleiskuva alueen kuormituksesta. Lisäksi selvitysalueen vesistöalueet ovat niin laajoja, että VEPS osoittautui ainoaksi käyttökelpoiseksi menetelmäksi. Näiden seikkojen vuoksi VEPS:n tulokset ovat riittäviä selvityksen tarkoituksiin. Vaikka tulokset eivät täysin vastaa todellisuutta, niin ne pystyvät antamaan hyvän arvion oikeasta kuormituksesta ja sen jakautumisesta eri lähteisiin ja alueittain. Lisäksi yhdistämällä eri tietoja ja aineistoja, kuten selvityksessä on tehty, arviot tulevat tarkemmiksi.

Selvitysalueen kuormitusarviointi

Selvitysalueella sijaitsee neljä vesistöaluetta, min-kä lisäksi rannikon välialueet otettiin huomioon tarkastelussa. Erityisalueisiin kiinnitettiin erityistä huomiota ja niillä kuormitusta arvioitiin muita alueita yksityiskohtaisemmin. Selvitysalueella olevat vesistöalueet ovat Eurajoen, Lapinjoen ja Karvianjoen vesistöalueet sekä suurimpana Kokemäenjoen vesistöalue, joka alkaa Pirkanmaalta virraten lopulta Pihlavanlahteen. Välialueiden osavalmu-alueista (83) selvitykseen on valittu Satakunnan alueella sijaitsevat (kuva 24).

Selvitysalueella sijaitsee 682 (3. jakovaiheen) osavalmu-aluetta. Vastaavasti kuntia selvitysalueella on 106 vuoden 2007 tietojen perusteella. Selvitysalueen rajat noudattavat vesistöalueiden rajoja. Valuma-alueista karkeasti kolmasosa sijaitsee Satakunnassa ja yli puolet Pirkanmaan alueella. Osa valuma-alueista kuuluu Kanta-Hämeen maakuntaan. Suurimpia valuma-alueita ovat Näsijärven ja Pyhäjärven valuma-alueet Pirkanmaalla. Satakunnassa Säskylän Pyhäjärven ja Karhiniemen valuma-alueet ovat suurimpia. Selvitysalueen pienimmät valuma-alueet ovat rannikon välialueilla.

Selvitysalueen kunnat ja osavaluma-alueet



© Lounais-Suomen ympäristökeskus, SYKE,
Maanmittauslaitos lupa nro 7/MYY/07, ESRI

Kuva 24. Selvitysalueen kunnat ja 3. jakovaiheen osavaluma-alueet.

Maankäyttö- ja maaperä

Metsät ovat yleisin maankäyttömuoto selvitysalueella (kuva 25). Erityisesti selvitysalueen pohjoisosissa metsien osuus on merkittävä. Kun metsät peittävät 68 prosenttia maamme pinta-alasta, niin metsien suuri osuus myös selvitysalueella ei ole mikään yllätys. Selvitysalueen eteläosissa, erityisesti Loimijoen valuma-alueella, metsät ovat tehneet tilaa muille maankäyttömuodoille.

Maatalous, ja nimenomaan pellot, vievät suhteellisen suuren osan selvitysalueen eteläosien pinta-alasta. Porin ympäristössä, Eurajoen ja Euran välisillä alueilla ja koko Loimijoen valuma-alueella pellot ovat merkittävä maankäyttömuoto. Myös Hämeenlinnan kaakkoispuolella peltojen osuus on selvitysalueen keskimääräisiä pelto-osuuksia suurempia. Peltoalueita on havaittavissa vesistöjen läheisyydessä kaikkialla selvitysalueella. Peltoalueita yleisesti yhdistävä tekijä on asutuskeskusten ja vesistöjen läheisyys.

Turvetuotantoalueiden osuus on alhainen, mutta Karvianjoen valuma-alueella Honkajoen, Karvian, Parkanon ja Kankanpään väliselle alueelle on keskittynyt runsaasti turvetuotantoa. Yksittäisiä turvetuotantoalueita löytyy myös muun muassa Eurajoen, Euran ja Ähtärin lähettäviltä sekä Hämeenlinnan eteläpuolelta.

Infrastruktuuri on luonnollisesti keskittynyt asutuskeskusten kupeeseen. Selvitysalueen suurimpia kaupunkeja ovat Tampere, Pori ja Hämeenlinna.

Suurimmalla osalla selvitysalueen valuma-alueista peltoprosentit jäävät alhaisiksi, alle 10 prosenttiin (kuva 26). Peltoprosenttien tarkastelu todentaa, että Loimijoen valuma-alueelle on keskittynyt runsaasti maataloutta. Yhtäläillä Kokemäenjoen alajuoksulla ja Porin itäpuolella, peltojen osuus on huomattava. Hämeenlinnan kaakkoispuolella on myös keskimääräistä korkeammat peltoprosentit. Sen sijaan selvitysalueen pohjois- ja itäosissa peltojen osuudet ovat alhaisemmat.

Loimijoen valuma-alueella sijaitsevat kaikki yli 50 prosentin peltoalan osavaluma-alueet. Näitä on yhteensä 16 osavaluma-aluetta. Loimijoen valuma-alueella suurimmalla osalla osavaluma-alueita peltojen osuus on yli 20 prosenttia, joten valuma-alue on merkittävä maatalousalue. Muita suuria pelto-osuuksia on pienillä osavaluma-alueilla rannikon välialueilla, Eurajoen vesistöalueella ja Kokemäenjoen vesistön alajuoksulla. Pienillä osavaluma-alueilla suuret peltoprosentit voivat johtua osin sattumasta. Kun osavaluma-alue on pinta-alallisesti pieni, niin se on herkkä pienillekin muutoksille maankäytössä.

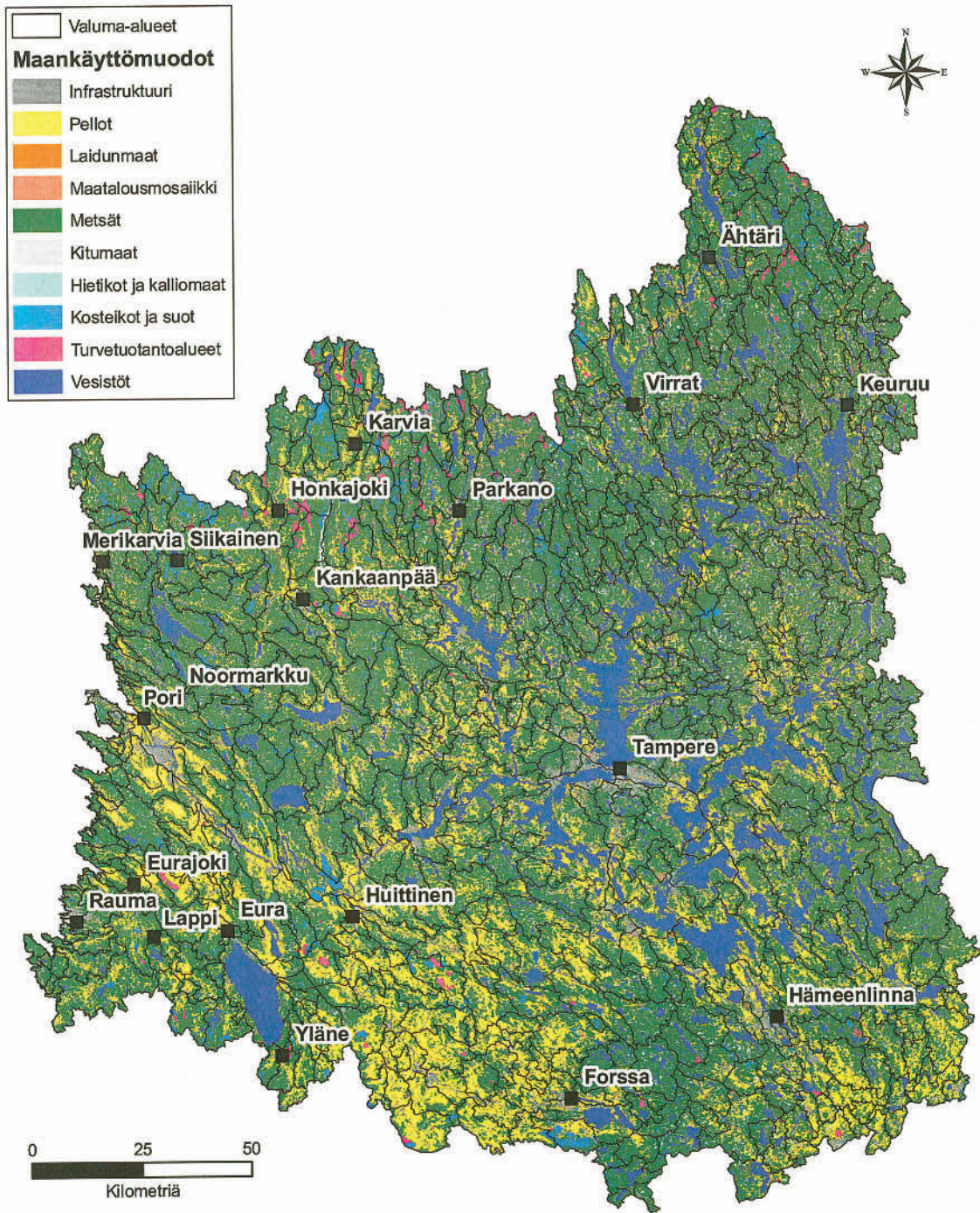
Tarkasteltaessa alhaisen peltoprosentin osavaluma-alueita, niin alle prosentin osuuksien alueet ovat sijoittuneet hajanaisesti ympäri selvitysalueita. Pääpaino on kuitenkin Tampereen pohjois- ja itäpuolella, jossa metsien osuudet ovat merkittäviä. Myös alhaisen peltoprosentin osavaluma-alueissa on mukana rannikon välialueen pieniä osavaluma-alueita. Satakunnan alueella ainoa, välialueiden lisäksi, alle prosentin osavaluma-alue on Joutsijärven osavaluma-alue (35.143) Noormarkun eteläpuolella.

Peltojen keskimääräinen kaltevuus noudattaa selvitysalueen topografiaa eli korkeusmuodostumia. Korkeusasteet kasvavat rannikolta sisämaahan mentäessä (kuva 27). Suurin osa kaltevimmista peltoaloista on Pirkanmaalla ja Tampereen pohjoispuolella Kokemäenjoen vesistön latvaosavaluma-alueilla. Satakunnassa kaltevuuden ovat pääosin 0,5-1,5 prosentin välillä. Eurajoen, Kokemäenjoen ja Karvianjoen vesistöalueilla on muutamia osavaluma-alueita - Vanhan kartanon (34.042), Yläneenjoen keskiosan (34.043), Sävijoen (35.156), Vuorijärven (36.068), Paholuoman alaosan (36.035), Susijärven (36.093) ja Riiholammen (36.096) osavaluma-alueet-, joissa kaltevuus on yli 1,5 prosenttia. Sävijoen ja Mouhijärven (35.155) osavaluma-alueet sijoituivat Kauvatsanjoen erityisvaluma-alueille. Sen sijaan Loimijoen ja välialueiden valuma-alueilla kaltevuus on 0,5-1,5 prosentin välillä. Välialueiden osavaluma-alueilla Luvialla ja Porin eteläosissa kaltevuudet jäävät alle 0,5 prosenttiin.

Koska kaltevuus on keskiarvo osavaluma-alueella, niin yksittäisten peltoalueiden kaltevuudet voivat huomattavasti poiketa osavaluma-alueen keskiarvosta. Paikallisesti jotkin kaltevat peltoalueet voivat olla merkittäviä kuormittajia, minkä vuoksi osavaluma-alueen sisällä yksityiskohtaisempi tarkastelu on tarpeen, mikäli halutaan arvioida yksittäisten peltolohkojen kuormitusta.

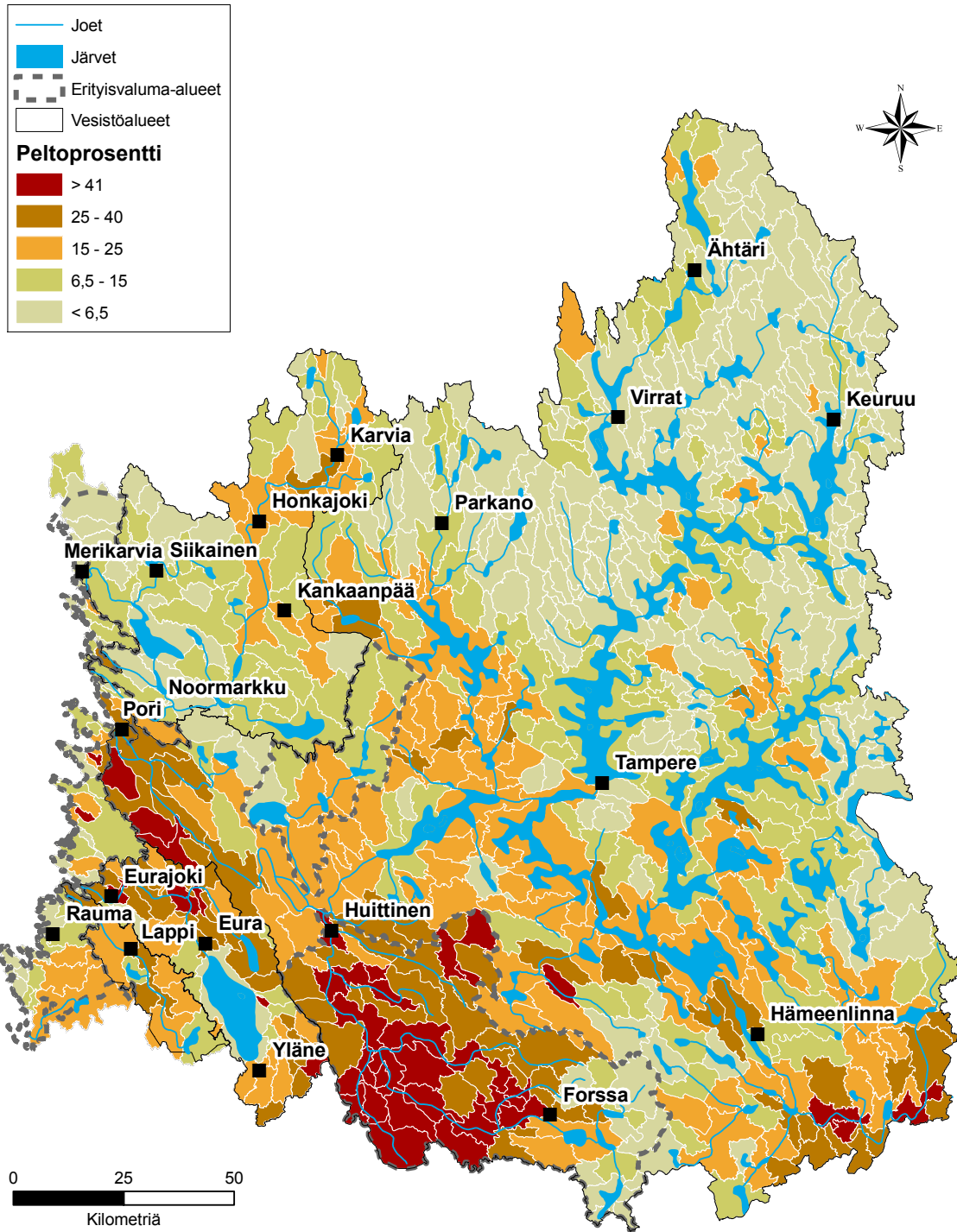
Selvitysalueen ojituksia tutkittaessa huomataan, että ne käyvät hyvin yhteen soiden ja metsien sijoittumisen kanssa (kuva 28). Eniten ojitettuja osavaluma-alueita on selvitysalueen pohjoisosissa, jossa myös metsien osuudet ovat korkeimmat. Eniten ojitettuja alueita on Rumpuluoman (36.079), Nummijoen alaosan (36.071), Ylimysluoman (36.077), Halmeenojan (36.075), Kaijanpuron (35.489), Nummijoen keskiosan (36.072) ja Maksajoen (35.435) osavaluma-alueilla, joista suurin osa sijaitsee Karvian pohjoispuolella. Kaiken kaikkiaan suurimpien suhteellisten ojitusten osavaluma-alueet sijaitsevat Karvianjoen ja Kokemäenjoen vesistöjen latvaosissa. Erityisvaluma-alueilla ojituksia on vähän. Ainoastaan yhdellä Kauvatsanjoen ja rannikon välialueiden osavaluma-alueella ojitusten osuudet ovat yli 1 km²/km².

Selvitysalueen maankäyttömuodot



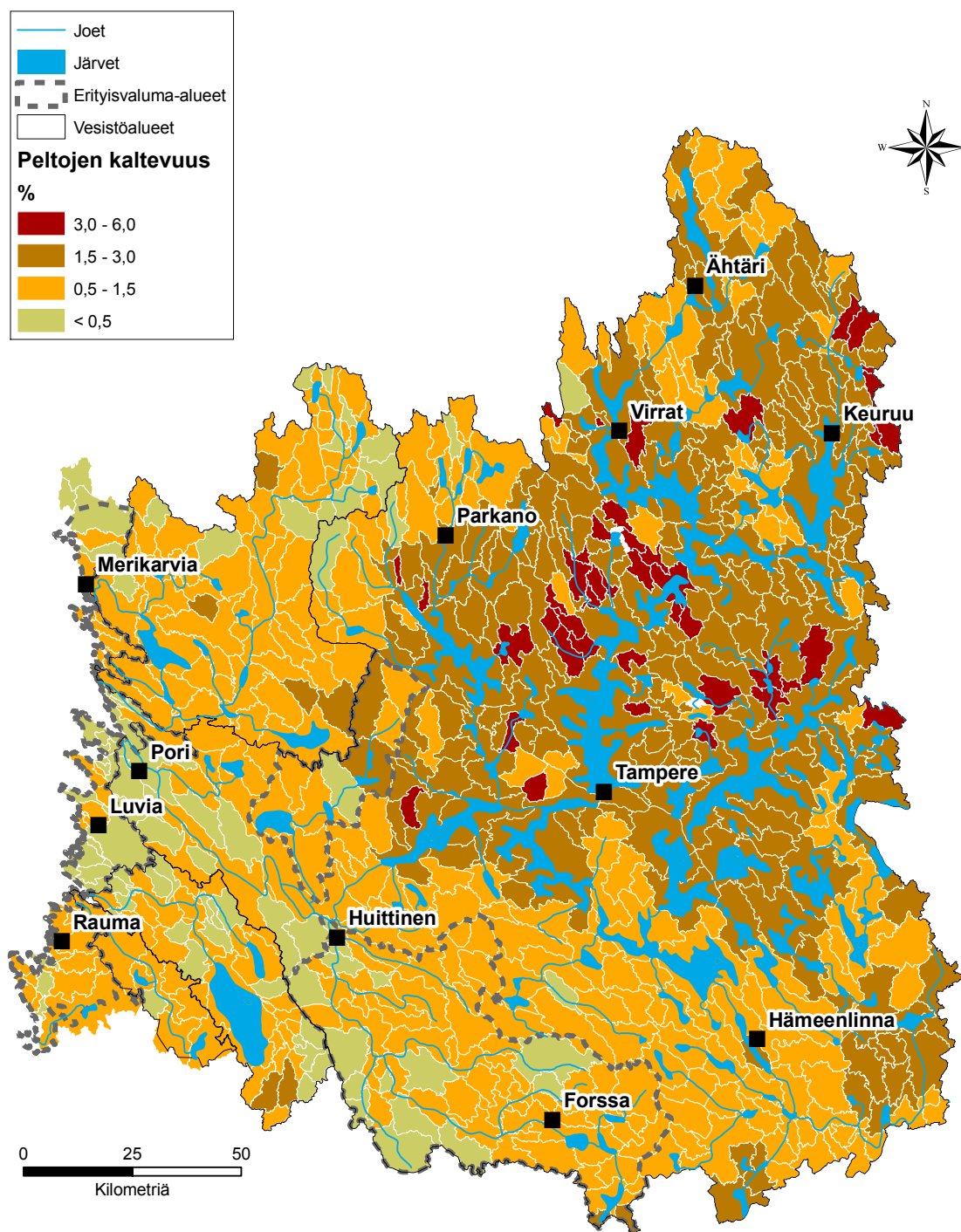
Kuva 25. Selvitysalueen yleistetyt maankäyttömuodot Corine-aineiston perusteella.

Selvitysalueen peltoprosentti osavaluma-alueittain



Kuva 26. Peltojen osuus osavaluma-alueiden maankäytöstä.

Peltojen keskimääräinen kaltevuus osavaluma-alueittain



Kuva 27. Peltojen keskimääräinen kaltevuus osavaluma-alueilla.

Valtakunnallisiin metsäinventointeihin perustuvat keskimääräiset uudishakkuut osavaluma-alueilla ilmentävät, missä metsätalouden rehevöittävä kuormitus on ollut suurimmillaan viimeisen kymmenen vuoden aikana. Vuosien 2003-2005 inventoinnista havaittiin (kuva 29), että suurimmat uudishakkuualueet olivat sijoittuneet epätasaisesti ympäri selvitysalueita. Suurimmat, yli kolmen prosentin hakkuut, oli toteutettu pienillä välialueiden, Eurajoen ja Loimijoen osavaluma-alueilla sekä Tampereen eteläpuolisilla osavaluma-alueilla. Sen sijaan pienimmät hakkuut oli tehty selvitysalueen itä- ja eteläosien osavaluma-alueilla, joiden pinta-alat ovat olleet suurehkojakin.

Vuosien 1998-2002 uudishakkuut oli toteutettu selvitysalueella tasaisesti, painottuen Kokemäenjoen vesistön vesistöalueelle (kuva 30). Yli kahden prosentin hakkuuta oli tehty yksittäisillä osavaluma-alueilla eri osissa selvitysalueita. Eniten puuta oli hakattu Naulajoen (35.426), Vahantajoen (35.314), Poltintojen-Leppäsjoen (35.571) osavaluma-alueilla sekä välialueella (83.V030). Pienimmät hakkuut oli sijoitettavissa Kokemäenjoen vesistön vesistöalueen itä- ja eteläosiin sekä Karvianjoen vesistön pohjoisosiin.

Huomionarvoista hakkuutiedoissa on se, että hakkuiden määrät näyttävät kasvaneen selvitysalueella. Kartat esittävät vuosittaisia hakkuuprosentteja kahdella eri tarkastelujaksolla ja vuosien 2003-2005 jaksolla hakkuuprosentit ovat huomattavasti korkeammat. Aikaisemmalla tarkastelujaksolla ainoastaan neljällä osavaluma-alueella hakkuuprosentti oli yli kaksi, mutta uusimmassa jaksolla suurimmalla osalla osavaluma-alueista uudishakkuut ylittävät kahden prosentin rajan. Tämän vuoksi on odotettavissa, että metsätalouden aiheuttamat vesistövaikutukset tulevat kasvamaan tulevaisuudessa.

Selvitysalueen maaperä on karkeasti jakautunut kolmeen osaan. Pohjoisessa hallitsevat moreenimaat, keskiosissa kalliomaat ja kivikot yhdessä savi- ja silttimaiden kanssa ja eteläosissa savi- ja silttimaat (kuva 31). Selvitysalueen pohjoisosissa, missä myös metsien osuudet ovat suurimmat, moreenimaat tarjoavat hyvän kasvualustan puiden kasvulle. Alueen keskiosan länsilaidalla, Kokemäenjoen vesistöalueen alaosissa, kalliomaiden osuus on melko suuri. Sen sijaan keskiosan Pirkanmaalla sijaitsevassa osassa savi- ja silttimaat sekä kalliomaat muodostavat mosaiikin. Selvitysalueen eteläosissa, erityisesti Loimijoen valuma-alueella savi- ja silttimaat ovat vallitsevin maaperälaatu. Samoin Kokemäenjoen alaosan varrella ja Hämeenlinnan kaakkoispuolella savi- ja silttimaita on paljon. Savi- ja silttimaat ovat usein maatalouskäytössä, minkä

vuoksi pellot ja savi- ja silttimaat sijoittuvat selvitysalueellakin samoille alueille.

Savi- ja silttimaiden prosenttiosuuksista nähdään, että Loimijoen valuma-alueelle on keskittynyt runsaasti maatalouden suosimaa savi- ja silttimaata (kuva 32). Lähes kaikilla osavaluma-alueilla savi- ja silttimaiden osuus on yli 50 prosenttia ja suurimmat osuudet (> 90 %) ovat Haitulan (35.921), Kärrynojan (35.928), Niiniojan alaosan (35.991), Niiniojan keskiosan (35.992) ja Loimaan (35.922) osavaluma-alueilla. Myös muutamilla välialueiden pienillä osavaluma-alueilla savi- ja silttimaiden osuudet ovat merkittäviä. Selvitysalueen keskellä, Tampereen itäpuolella, sekä Hämeenlinnan kaakkoispuolella savi- ja silttimaiden osuudet ovat vähintään puolet maaperästä. Intensiivinen peltoviljely vaikuttaa pääasiassa keskittyneen alueille, joilla savi- ja silttimaiden osuudet ylittävät yli 50 prosenttia.

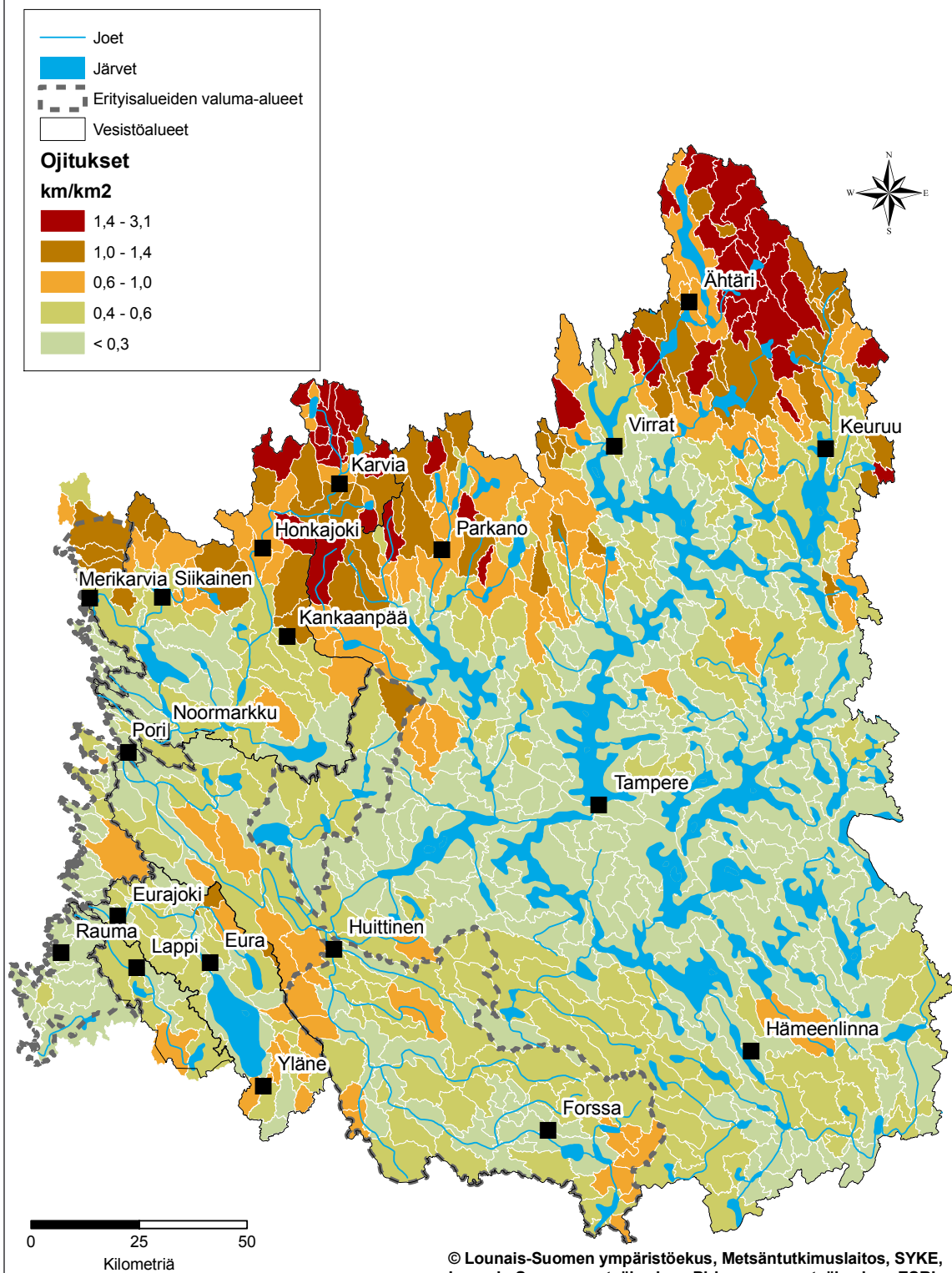
Pienillä selvitysalueen pohjoisilla osavaluma-alueilla tilanne on päinvastainen. Muutamalla kymmenellä osavaluma-alueella ei ollut ollenkaan savi- ja silttimaaperää. Osittain tähän vaikuttaa myös maaperäaineistojen yhdistäminen, kun selvitysalueen pohjoisosista ei ole saatavilla tarkempaa maaperäkarttaa (1: 100 000), vaan siellä jouduttiin tyytymään karkeampaan karttaan (1: 1 000 000). Tämä heikentää selvitysalueen pohjoisosien maaperäluokitusta, erityisesti pienillä osavaluma-alueilla.

Kuormitus- ja huuhtoutumislähteet

VEPS-arviointijärjestelmässä huomioon otetut kuormitus- ja huuhtoutumislähteet jakautuvat epätasaisesti (taulukko 3). Eri lähteiden vertaamista toisiinsa haittaa se, että osa lasketaan pinta-alojen ja osa kappalemäärien perusteella. Kun tarkastellaan selvitysalueen valuma-alueiden kokonaispinta-alaa, niin Kokemäenjoen vesistöalue on selvästi suurin lähes 70 prosentin osuudella. Karvianjoen vesistön pinta-ala on 10 ja Loimijoen valuma-alueen 9 prosenttia. Välialueiden valuma-alueet vastaavat 4, Eurajoen vesistöalue 4, Kauvatsanjoen valuma-alue 2 ja Lapinjoen vesistöalue noin 1 prosenttia koko selvitysalueesta.

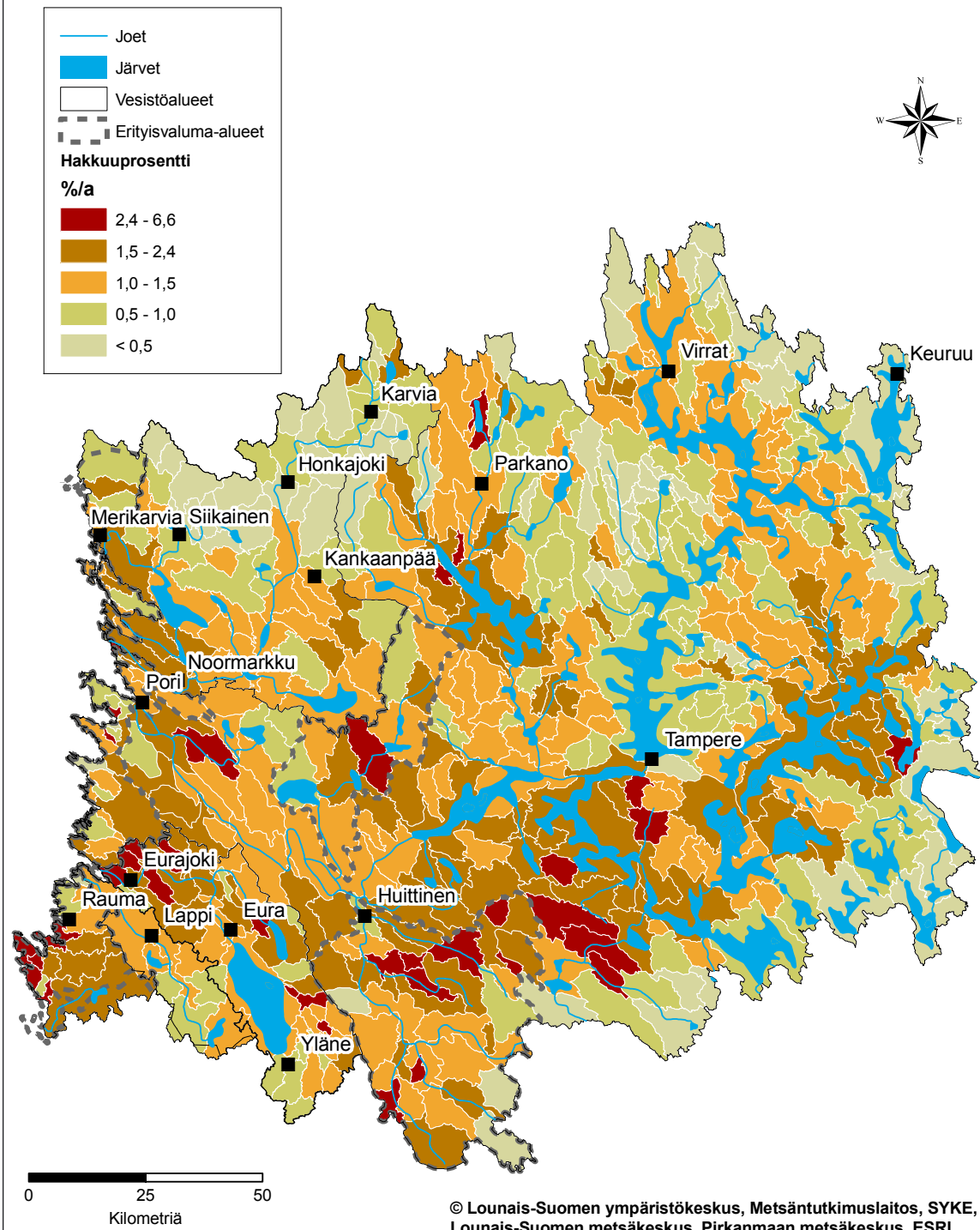
Luonnonhuuhtoumaksi käsitetään alueet, joilta ei laske muuta ravinnehuuhtoumaa vesistöön. VEPS:n arvioinneissa luonnonhuuhtouman pinta-alavaikutus on suurin. Kokemäenjoen vesistöalueen luonnonhuuhtouman osuus on merkittävän lähes 70 prosentin osuudella. Toiseksi suurin vaikutus on Loimijoen valuma-alueella (10 %) ja Karvianjoen vesistöalueella (11 %). Muiden osalualueiden osuus on alhainen.

Ojitukset osavaluma-alueittain pinta-alayksikköä kohti



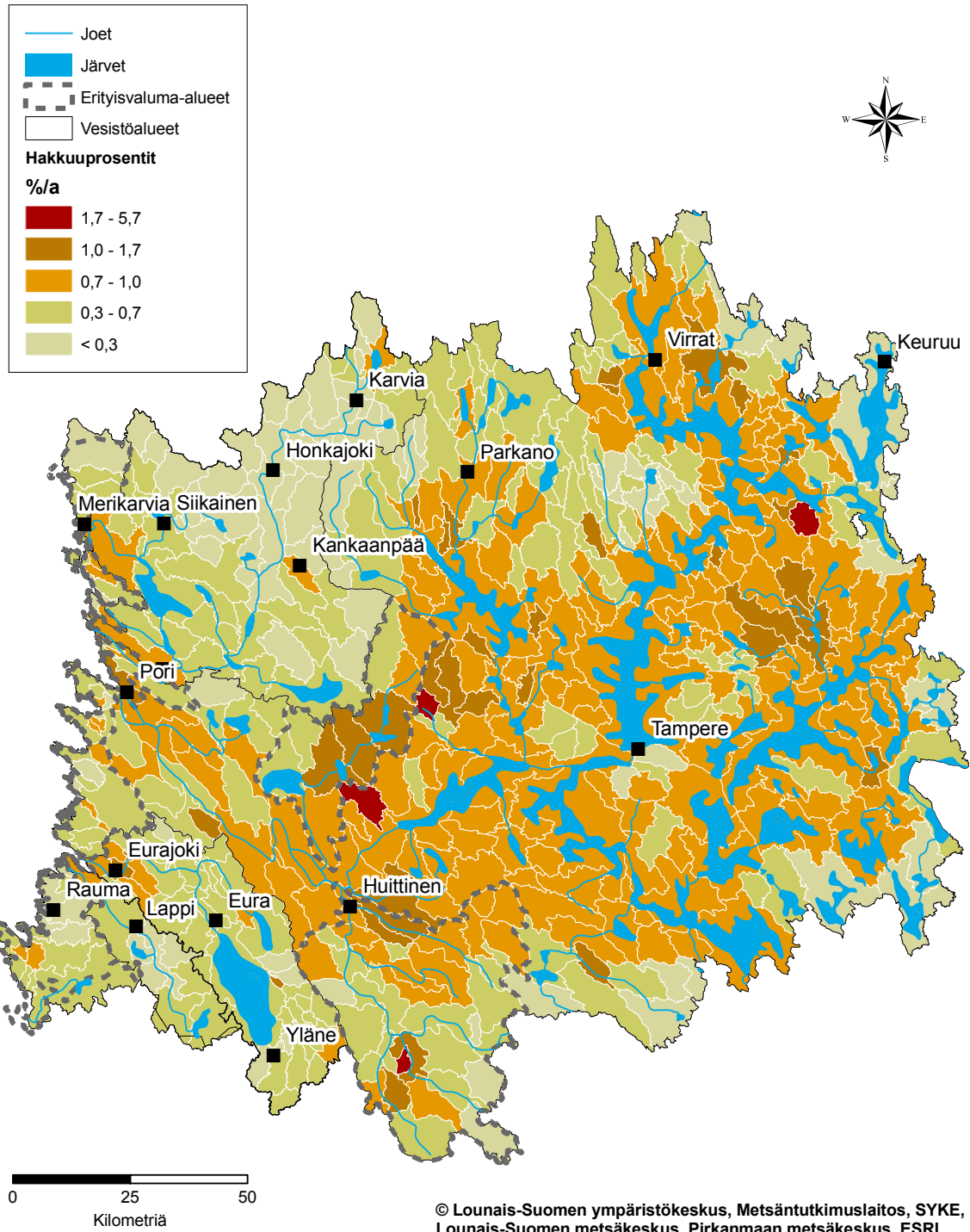
Kuva 28. Selvitysalueella tehdyt ojitukset viimeisen 40-50 vuoden aikana. Ojituksia ei ole eroteltu ajallisesti.

Uudishakkuiden keskimääräinen osuus metsämaan pinta-alasta osavaluma-alueittain vuosina 2003-2005



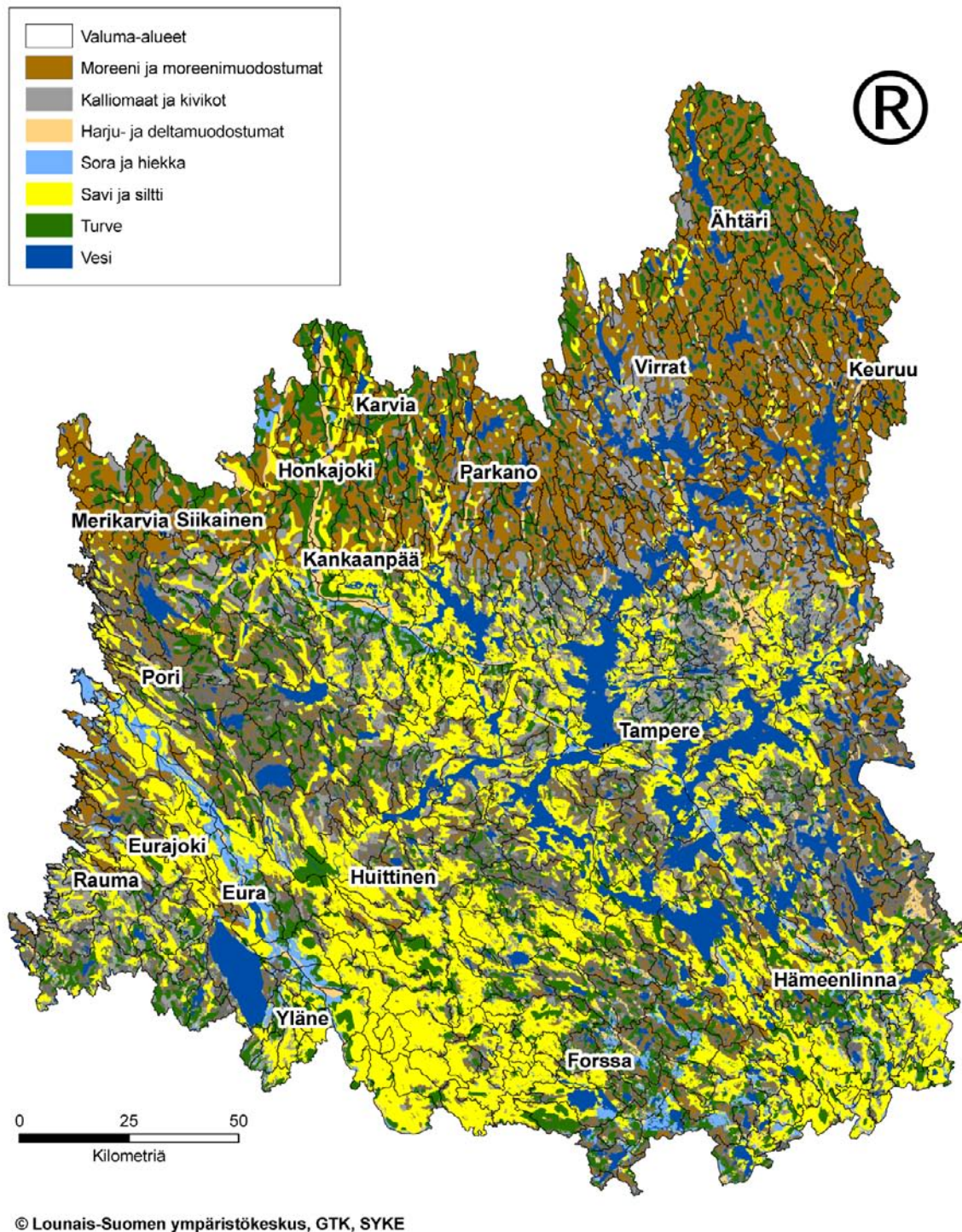
Kuva 29. Uudishakkuiden vuosittaiset osuudet metsämaan pinta-alasta osavaluma-alueittain 10. metsäinventoinnin (2003-2005) perusteella.

Uudishakkuiden keskimääräinen osuus metsämaan pinta-alasta osavaluma-alueittain vuosina 1998-2002



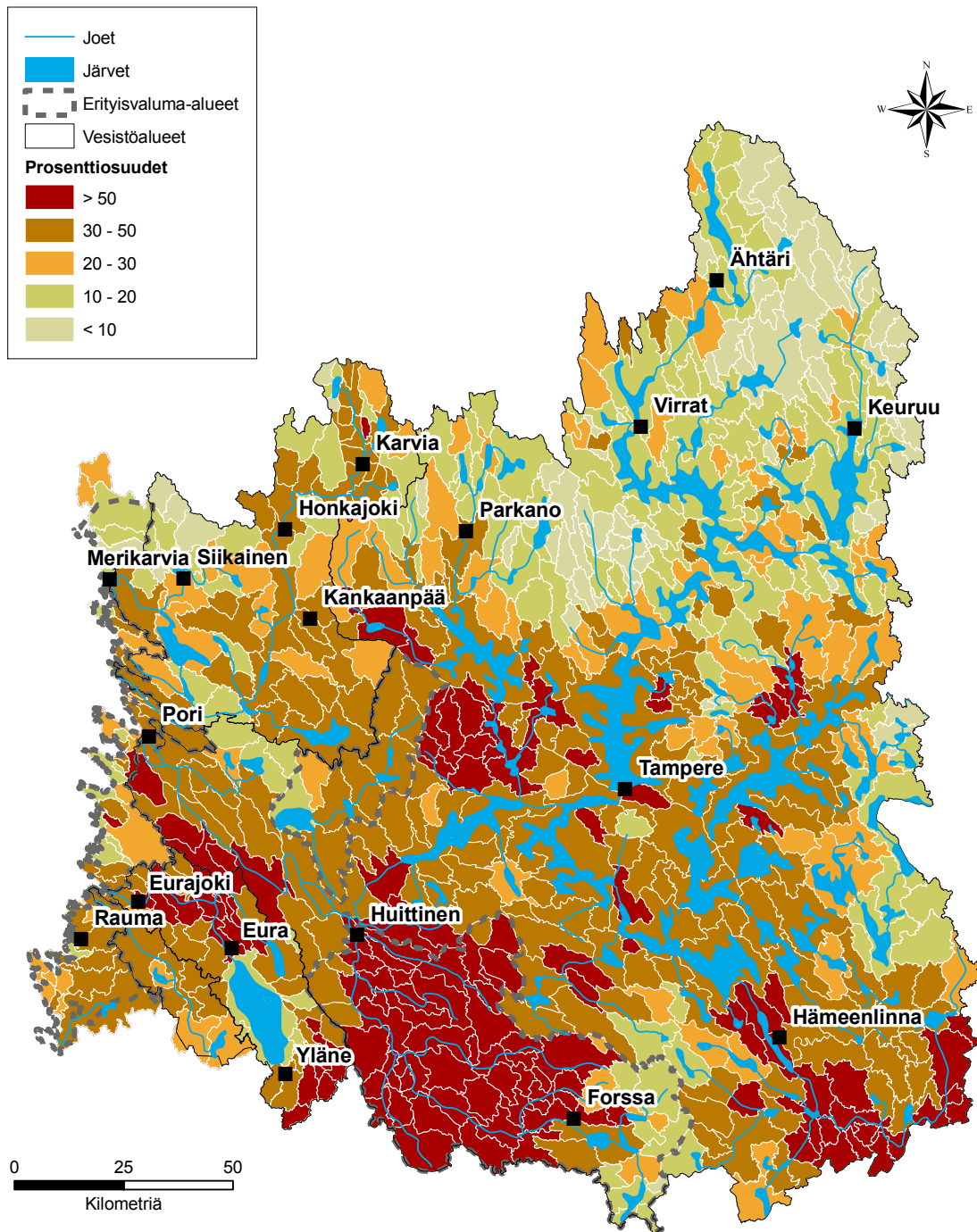
Kuva 30. Uudishakkuiden vuosittaiset osuudet metsämaan pinta-alasta osavaluma-alueittain 9. metsäinventoinnin (1998-2002) perusteella.

Selvitysalueen maaperä osavaluma-alueittain



Kuva 31. Selvitysalueen maaperä osavaluma-alueittain.

Selvitysalueen maaperän savi- ja silttimaiden osuus osa-valuma-alueittain



© Lounais-Suomen ympäristökeskus, Geologian tutkimuskeskus, SYKE, ESRI

Kuva 32. Selvitysalueen savi- ja silttimaiden osuudet osavaluma-alueittain selvitysalueen maaperästä.

Taulukko 3. Selvitysalueen valuma-alueiden vesistö- ja valuma-alueiden maankäyttömuotojen ja huuhtoutumislähteiden jakautuminen ja kokonaispinta-alat. Kokemäenjoen arvoissa ei ole mukana siihen kuuluvien Kauvatsan- ja Loimijoen arvoja.

| | Haja-asutus (kpl) | Hulevesi (km ²) | Laskeuma (km ²) | Luonnon-huuhtouma (km ²) | Maatalous (km ²) | Metsätalous (km ²) | Turve-tuotanto (km ²) | Pinta-ala (km ²) |
|---------------|-------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|
| Lapinjoki | 4 169 | 8 | 18 | 425 | 92 | 333 | 1 | 462 |
| Eurajoki | 11 114 | 24 | 176 | 1 096 | 317 | 779 | 6 | 1 336 |
| Kauvatsanjoki | 4 217 | 6 | 66 | 721 | 114 | 607 | 0 | 805 |
| Loimijoki | 27 623 | 51 | 98 | 2 888 | 1 115 | 1 773 | 11 | 3 138 |
| Kokemäenjoki | 196 200 | 379 | 2 838 | 19 214 | 2 944 | 16 269 | 72 | 23 102 |
| Karvianjoki | 15 687 | 36 | 178 | 3 132 | 387 | 2 745 | 47 | 3 438 |
| Välialueet | 18 117 | 41 | 32 | 1 359 | 197 | 1 162 | 6 | 1 483 |
| Yhteensä | 177 127 | 546 | 3 394 | 28 833 | 5 167 | 23 667 | 143 | 33 765 |

Metsätalouden pinta-ala on suurin ihmisten vaikuttamista maankäyttömuodoista (29 000 km²). Edelleen Kokemäenjoen vesistön vaikutus on yli 70 prosenttia, mutta toiseksi tärkein osa-alue on Karvianjoen vesistöalue (12 %). Muut alueet jäävät alle kymmeneen prosenttiin.

Maataloutta selvitysalueen valuma-alueilla on kuormituslaskennassa 5200 km². Siitä noin 57 prosenttia on Kokemäenjoen vesistöalueella, jossa Loimijoen valuma-alueella on merkittävä vaikutus. Loimijoen valuma-alueen merkitys vastaa yli kolmasosaa koko Kokemäenjoen vesistöalueen maatalousmaasta. Muiden alueiden osuudet jäävät alle kymmeneen prosenttiin.

Muista kuormitustekijöistä laskeuman osuus on karkeasti arvioiden puolet maatalousmaan pinta-alasta, 3 395 km². Kokemäenjoen vesistöalueen suuren pinta-alan merkitys korostuu laskeuman osalta (84 %) ja muiden osa-alueiden osuudet jäävät hyvin alhaisiksi.

Hulevesien ja turvetuotannon pinta-alat ovat joitakin satoja neliökilometrejä. Hulevesissä Loimijoen valuma-alue kattaa noin 9 prosenttia, väli-alueiden valuma-alueet 8 prosenttia ja Karvianjoen vesistöalue 7 prosenttia. Turvetuotannossa Kokemäenjoen vesistöalue on edelleen suurin vaikuttaja, mutta Karvianjoen osuus on yli 30 prosenttia.

Haja-asutuksen määrässä Kokemäenjoen vesistön laajalla alueella sijaitsee paljon viemäröimättömiä taloja (70 %). Loimijoen valuma-alueella on noin 10 prosenttia, väli-alueiden valuma-alueella 7 prosenttia ja Karvianjoen vesistöalueella 6 prosenttia selvitysalueen valuma-alueiden haja-asutuksesta.

Kokonaisfosfori- ja kokonaistyyppikuormitus

VEPS-arviointijärjestelmästä saadut kokonaisfosforipitoisuudet jakautuvat epätasaisesti eri kuor-

mitusmuotojen ja vesistöalueiden kesken (taulukko 4). Suurin osa selvitysalueen valuma-alueiden kuormituksesta (yli 60 %) tulee Kokemäenjoen vesistöalueelta, joka on pinta-alaltaan myös ylivoimaisesti suurin vesistöalue. Loimijoen valuma-alue kattaa yli 14 % kokonaiskuormituksesta, joten valuma-alue on suhteellisesti merkittävä kuormittaja vesistöalueellaan. Loimijoen valuma-alueella muodostuu enemmän ravinnekuormitusta kuin Kokemäenjoen alajuoksulla (35.1) (liite 6). Sen sijaan Kauvatsanjoen valuma-alueelta ei tule kuin vajaa 2 prosenttia vesistöalueen kokonaiskuormituksesta. Lapinjoen ja Eurajoen vesistöalueiden kuormitusosuus vastaa yhteensä noin 6 prosenttia selvitysalueen valuma-alueiden kuormituksesta. Eurajoen vesistöalueella kahdella valuma-alueella (34.01 ja 34.05) kuormitus on muita vesistöalueen valuma-alueita suurempaa. Karvianjoen vesistöalue vastaa vajaan 7 prosentin osuudesta kokonaiskuormituksesta. Karvianjoen alajuoksun valuma-alueilla muodostuu vesistöalueella eniten kuormitusta (36.01, 36.02 ja 36.09). Rannikon väli-alueiden osuus on lähes 8 prosenttia kokonaiskuormituksesta, mikä on paljon suhteessa väli-alueiden pinta-aloihin.

Tarkasteltaessa eri kuormituslähteiden vaikutuksia, selvitysalueen valuma-alueiden suurin kuormittaja on maatalous yli 50 prosentilla. Maatalous on suurin kuormittaja lähes kaikilla selvitysalueen vesistöalueilla. Maatalouden aiheuttamasta huuhtoumasta merkittävä osa tulee Kokemäenjoen vesistöalueelta (58 %) ja juuri Loimijoen valuma-alueelta (19 %). Loimijoen valuma-alueen kuormitusvaikutus on suurempi kuin Kokemäenjoen alajuoksun valuma-alueen (liite 6). Lapinjoen vesistöalueella on alhaisin maatalouskuormitus suhteessa muihin vesistöalueisiin (1,7 %). Myös Karvianjoen vesistöalueella ja väli-alueiden valuma-alueilla maatalous on merkittävää (6-7 %). Karvianjoen

Taulukko 4. Selvitysalueen valuma-alueiden eri vesistö- ja valuma-alueiden kokonaisfosforin kuormitusarvot kuormituslähteittäin VEPS-arviointiin perustuen. Kokemäenjoen arvoissa ei ole mukana siihen kuuluvien Kauvatsan- ja Loimijoen arvoja.

| Kokonaisfosfori (kg/v) | | | | | | | | | | |
|------------------------|-------------|----------|-----------|------------------|------------|--------------|------------------|----------------|----------|------------|
| | Haja-asutus | Hulevesi | Las-keuma | Luonnonhuuhtouma | Maa-talous | Metsä-talous | Piste-kuormi-tus | Turve-tuotanto | Yhteensä | Yhteensä % |
| Lapinjoki | 1406 | 13 | 152 | 2388 | 7053 | 361 | 5 | 34 | 11412 | 1,5 |
| Eurajoki | 3807 | 41 | 1489 | 6306 | 19984 | 844 | 2128 | 170 | 34769 | 4,5 |
| Kauvatsanjoki | 1246 | 11 | 551 | 3860 | 8755 | 581 | 78 | 1 | 15082 | 1,9 |
| Loimijoki | 9148 | 86 | 801 | 16852 | 78754 | 1698 | 4795 | 305 | 112439 | 14,5 |
| Kokemäenjoki | 60384 | 621 | 23110 | 108736 | 237094 | 15581 | 40697 | 1941 | 488162 | 62,9 |
| Karvianjoki | 5075 | 61 | 1409 | 15562 | 25475 | 2973 | 1231 | 1266 | 53052 | 6,8 |
| Välialueet | 11152 | 124 | 499 | 15728 | 29760 | 2526 | 783 | 160 | 60730 | 7,8 |
| Yht. | 92219 | 956 | 28010 | 169431 | 406875 | 24563 | 49717 | 3876 | 775647 | |
| Yhteensä % | 11,9 | 0,1 | 3,6 | 21,8 | 52,5 | 3,2 | 6,4 | 0,5 | | |

vesistöalueella erityisesti kolmella alajuoksun valuma-alueella (36.01, 36.02 ja 36.09) maatalouden aiheuttamaa kuormitusta on runsaasti suhteessa vesistöalueen muihin valuma-alueisiin. Välialueiden maataloushuuhtouma on jopa suurempi kuin Karvianjoen vesistöalueen. Eurajoen vesistöalueen maatalouskuormitus on reilusti suurempi kuin viereisen Lapinjoen vesistöalueen, vaikka se jääkin alle 20 tonniin. Eurajoen vesistöalueella kahdella valuma-alueella maatalouden ravinnekuormitus on erityisen suurta (34.01 ja 34.05) verrattuna vesistöalueen muihin valuma-alueisiin. Ensimmäinen sijaitsee Eurajoen alajuoksulla ja jälkimmäinen Köyliönjärven ympäristössä. Kauvatsanjoen valuma-alueiden merkitys selvitysalueen valuma-alueiden maataloushuuhtoumassa on pieni (2 %).

Luonnonhuuhtouma on toiseksi suurin ravinnehuuhtouman lähde selvitysalueen valuma-alueilla, yli 20 %. Kokemäenjoen vesistöalueen luonnonhuuhtouma on huomattavin (64 %), Loimijoen valuma-alueen ollessa seuraavaksi suurin huuhtoutumisalue reilusti alhaisemmalla osuudella (10 %). Välialueiden valuma-alueen ja Karvianjoen vesistöalueen luonnonhuuhtouma on lähes Loimijoen valuma-alueen suuruinen. Muiden alueiden huuhtoumat ovat selvästi alhaisempia. Selvitysalueen vesistöalueiden ja valuma-alueiden ollessa maantieteellisesti melko lähekkäin, niin erot luonnonhuuhtoumassa perustuvat pitkälti pinta-alaeroihin.

Haja-asutuksen aiheuttama huuhtouman osuus on kolmanneksi suurin hieman yli 11 prosentilla. Kokemäenjoen vesistöalue vastaa suurimmasta kuormitusmäärästä (66 %). Toiseksi eniten haja-asutuksen kuormitusta on rannikon väli-alueiden valuma-alueilla (12 %), jonka kuormituksesta

suurin osa lienee peräisin vapaa-ajanasunnoista. Loimijoen valuma-alueelta huuhtoutuu kolmanneksi eniten fosforikuormitusta. Loimijoen valuma-alueen kuormitus on noin 10 prosenttia. Muiden alueiden haja-asutuskuormitus on alhaisempi. Karvianjoen alajuoksun valuma-alueilla (36.01 ja 36.02) haja-asutuksen kuormittava vaikutus on suurta suhteessa vesistöalueen muihin valuma-alueisiin.

Pistekuormitus vastaa 6 prosenttia koko selvitysalueen kuormituksesta. Edelleen Kokemäenjoen vesistöalueen merkitys on suurin (82 %), jonka jälkeen Loimijoen valuma-alueelta vesistöihin laskee 10 prosenttia pistekuormituksesta. Muiden osa-alueiden osuudet ovat selvästi pienemmät. Eurajoen vesistöalueella valuma-alueella (34.05), jossa muun muassa Köyliönjärvi sijaitsee, on merkittävää pistekuormitusta verrattuna vesistöalueen muihin valuma-alueisiin.

Muista kuormitusmuodoista laskeuman vaikutus kokonaiskuormituksesta on 3 prosenttia. Merkitykseltään Kokemäenjoen vesistön jälkeen tulevat Eurajoen ja Karvianjoen vesistöalue 5 prosentin osuuksilla.

Metsätalouden huuhtouma on vain 3 prosenttia kokonaiskuormituksesta. Karvianjoen vesistöalueet ja välialueiden valuma-alueet ovat 10-12 prosentin osuuksilla Kokemäenjoen vesistöalueen jälkeen tärkeimmät metsätalouskuormittajat. Karvianjoen alajuoksulla (36.01) metsätaloudessa muodostuva kuormitus on merkittävämpää kuin vesistöalueen muilla valuma-alueilla. Yhtälailla Kokemäenjoen alajuoksulla metsätalouden ravinnekuormitus on suurempaa kuin Loimijoen valuma-alueella (liite 6).

Turvetuotannon kuormitusvaikutus on suhteellisesti suuri Karvianjoen vesistöalueella (33 %), mikä vastaa myös turvetuotannon pinta-alaosuutta kyseisellä vesistöalueella. Hulevedet voivat olla paikallisesti merkittäviä kuormittajia asutuksen läheisyydessä, ja välialueiden valuma-alueilla sen osuus onkin 13 %. Selvitysalueen valuma-alueilla hulevesien osuus on tärkein Kokemäenjoen vesistöalueella.

Kokonaistypen kuormitus jakautuu pitkälti samalla lailla kuin kokonaisfosforinkin (taulukko 5). Kokemäenjoen vesistöalue on merkittävin kuormitusalue (67 %), minkä osa-alue Loimijoen valuma-alueen osuus on yli kymmenen prosenttia. Muiden alueiden osuudet jäävät reilusti alle kymmeneen prosenttiin. Eurajoen vesistöalueella yhdellä (34.05) ja Karvianjoen vesistöalueella kahdella (36.01 ja 36.02) valuma-alueella muodostuu enemmän ravinnekuormitusta suhteessa muihin näiden vesistöalueiden valuma-alueisiin (liite 6).

Maatalous on suurin typpikuormituksen aiheuttaja selvitysalueen valuma-alueilla (41 %), mikä suhteessa alhaisempi kuin fosforin osalta. Kuitenkin kuormitus jakautuu eri osa-alueittain kuten fosforikuormituskin. Kokemäenjoen vesistöalueen osuus on suurin (57 %), ja Loimijoen valuma-alue kuormittaa 20 % kokonaiskuormituksesta. Muiden alueiden osuudet jäävät huomattavasti alhaisemmiksi. Eurajoen ja Karvianjoen vesistöalueilla samat valuma-alueet (34.01, 34.05, 36.01, 36.01 ja 36.09) vastaavat suuresta osasta ravinnekuormitusta, kuten fosforikuormituksessakin.

Luonnonhuuhtouman osalta tilanne on päinvastainen maatalouteen verrattuna, kun sen osuus on melkein 30 prosenttia typen kuormituksesta. Kokemäenjoen vesistön jälkeen Loimijoen valuma-alueelta, Karvianjoen vesistöalueelta ja välialueiden valuma-alueelta tuleva luonnonhuuhtouma on

merkittävin kuormittaja 9-10 prosentin osuuksilla. Muiden alueiden osuudet ovat alhaisia.

Kolmanneksi merkittävin typpikuormittaja on pistekuormitus (15 %), minkä suhteellinen osuus on puolet suurempi kuin fosforin. Kokemäenjoen vesistöalue yksinään on osallinen yli 85 prosentista pistekuormituksesta selvitysalueen valuma-alueilla. Muiden osa-alueiden pistekuormitus on murto-osa Kokemäenjoen vesistön kuormituksesta. Eurajoen alajuoksun (34.02) ja Karvianjoen alajuoksun (36.02) valuma-alueilla on huomattavasti pistekuormitusta suhteessa näiden vesistöalueiden muihin valuma-alueisiin.

Laskeuma vastaa noin 9 prosentista selvitysalueen valuma-alueiden kokonaistypikuormituksesta. Kokemäenjoen vesistöalueen merkitys on edelleen suurin, minkä jälkeen Eurajoen ja Karvianjoen vesistöalueiden osuudet ovat noin 5 prosenttia.

Muiden maankäyttömuotojen kuormittava vaikutus on alhainen. Haja-asutuksen osuus on 3 prosenttia Kokemäenjoen vesistöalueen ollessa huomattavin kuormitusalue. Loimijoen ja välialueiden valuma-alue ovat 10-12 prosentilla seuraavaksi merkittävimpiä kuormitusalueita. Selvitysalueen kokonaistypikuormituksesta metsätaloudesta huuhtoutuu ainoastaan 2 prosenttia. Karvianjoen vesistöalueella ja välialueiden valuma-alueella muodostuu 10-12 prosenttia kuormituksesta, mikä on murto-osa Kokemäenjoen vesistöalueella muodostuneesta. Karvianjoen alajuoksulla on paljon metsätalouden ravinnekuormitusta suhteessa vesistöalueen muihin valuma-alueisiin. Turvetuotannon ja hulevesien kuormitusosuus jää alle prosenttiin. Karvianjoen vesistöalueella turvetuotanto on merkittävä typpikuormittaja.

Vertailun vuoksi taulukossa 6 on todellisten virtaamien ja vedenlaatutulosten perusteella lasketut

Taulukko 5. Selvitysalueen eri vesistö- ja valuma-alueiden kokonaistypen kuormitusarvot kuormituslähteittäin VEPS-arviointiin perustuen. Kokemäenjoen arvoissa ei ole mukana siihen kuuluvien Kauvatsa- ja Loimijoen arvoja.

| Kokonaistyyppi (kg/v) | | | | | | | | | | |
|-----------------------|-------------|----------|-----------|------------------|-----------|-------------|----------------|---------------|------------|--------|
| | Haja-asutus | Hulevesi | Laskeuma | Luonnonhuuhtouma | Maatalous | Metsätalous | Pistekuormitus | Turvetuotanto | Yhteensä | Yht. % |
| Lapinjoki | 8 955 | 658 | 7 652 | 69 455 | 124 779 | 5 528 | 223 | 1 253 | 218 503 | 1,3 |
| Eurajoki | 24 693 | 2 070 | 74 924 | 183 754 | 432 064 | 12 915 | 94 774 | 6 288 | 831 482 | 5,0 |
| Kauvatsanjoki | 7 518 | 559 | 28 708 | 112 002 | 130 153 | 8 847 | 2 505 | 28 | 290 319 | 1,7 |
| Loimijoki | 58 329 | 4 578 | 44 763 | 491 631 | 1 293 804 | 25 855 | 181 997 | 11 309 | 2 112 265 | 12,6 |
| Kokemäenjoki | 373 573 | 34 445 | 1 296 040 | 3 170 534 | 3 674 700 | 237 264 | 2 311 042 | 71 873 | 11 169 471 | 66,6 |
| Karvianjoki | 31 810 | 3 067 | 71 057 | 452 198 | 390 053 | 45 507 | 6 7264 | 46 906 | 1 107 862 | 6,6 |
| Välialueet | 70 521 | 6 379 | 25 699 | 458 260 | 426 929 | 38 666 | 1 2913 | 5 913 | 1 045 280 | 6,2 |
| Yht. | 575 399 | 51 756 | 1 548 842 | 4 937 834 | 6 472 481 | 374 582 | 2 670 717 | 143 570 | 16 775 182 | |
| Yhteensä % | 3,4 | 0,3 | 9,2 | 29,4 | 38,6 | 2,2 | 15,9 | 0,9 | | |

Taulukko 6. Esimerkkejä Satakunnan jokien vuosien 2003-2005 ainevirtaamista (t/v), jotka perustuvat todellisiin, mitattuihin virtaamiin ja vedenlaatutietoihin.

| t/v | 2003 | | 2004 | | 2005 | |
|-----------------|-------|--------|-------|---------|-------|---------|
| | Kok P | Kok N | Kok P | Kok N | Kok P | Kok N |
| Merikarvianjoki | 12,9 | 273,6 | 18,0 | 467,0 | 24,7 | 665,1 |
| Pohjajoki | 3,9 | 85,4 | 5,8 | 114,6 | 7,5 | 213,5 |
| Eteläjoki | 18,9 | 394,8 | 23,0 | 562,1 | 23,5 | 533,1 |
| Kokemäenjoki | 146,4 | 5448,1 | 319,2 | 10738,3 | 368,9 | 10226,3 |
| Eurajoki | 4,1 | 222,8 | 5,8 | 561,3 | 21,3 | 834,0 |
| Lapinjoki | 1,8 | 74,4 | 2,6 | 211,7 | 4,7 | 234,0 |
| Yhteensä | 188,0 | 6499,1 | 374,4 | 12654,9 | 450,5 | 12706,0 |

ainevirtaamat. Nämä arvot ovat alhaisempia kuin VEPS:n kuormitusarvot, koska ainevirtaamissa osa ravinteista on sedimentoitunut vesistöihin.

Ravinnekuormituksen maantieteellinen jakautuminen

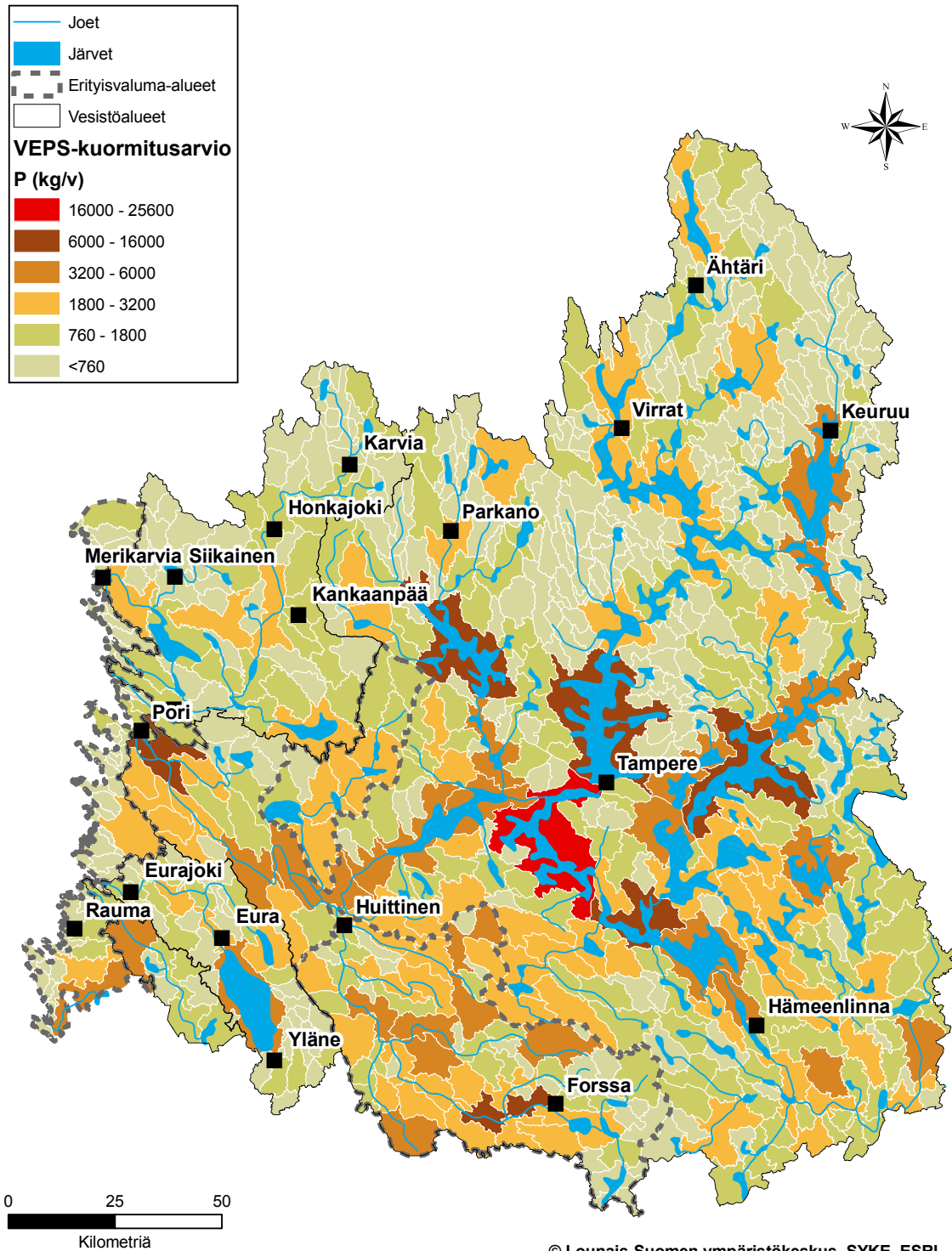
Kokonaisfosforikuormitus on suurin Tampereen Pyhäjärven osavaluma-alueella (35.211), jossa piste-kuormituksesta aiheutuu yli 12 000 kg vuosittainen kuormitus (kuva 33). Kaupungin jätevedenpuhdistamon osuus pistekuormituksesta on merkittävä. Myös Näsijärven (35.311), Kyrösjärven (35.521), Jumusen-Rauttunselän (35.222), Porin (35.111), Jokioisen (35.923) ja Längelmäveden (35.721) osavaluma-alueilla kuormitus on huomattavaa. Näille osavaluma-alueille on yhteistä erityisen korkeat haja-asutuksen, maatalouden, pistekuormituksen tai useamman edellä mainitun kuormitusluvut. Kaikilla osavaluma-alueilla kuormitusluvut ylittävät 6000 kg/v. Loimijoen valuma-alueella kuormitusluvut ovat suhteellisen korkeita. Ainoastaan Forssan koillispuolella kuormitus on alhaisempaa. Samoin Kauvatsanjoen valuma-alueen keskiosissa luvut ovat keskitasoa. Sen sijaan välialueiden valuma-alueella kuormitusluvut olivat alhaisia, mikä on tilanne myös Karvianjoen, Lapinjoen ja Eurajoen vesistöalueilla.

Kokonaistyyppikuormituksen maantieteellinen jakautuminen on hyvin samanlainen kuin kokonaisfosforipitoisuudenkin (kuva 34). Tampereen Pyhäjärven osavaluma-alueella kuormitusarvot ovat suurimmat Tampereen jätevesipuhdistamon vuoksi. Myös muut korkean kuormituksen osavaluma-alueet ovat samoja kummassakin ravinteessa: Näsijärven, Kyrösjärven, Jumusen-Rauttunselän, Porin, Jokioisen ja Längelmäveden. Näiden lisäksi myös Mervenselän (35.232) osavaluma-alueen tyyppikuormitus on korkea. Myös muilta alueelli-

silta piirteiltään kokonaistyyppikuormitus on lähes identtinen kokonaisfosforipitoisuuden kanssa.

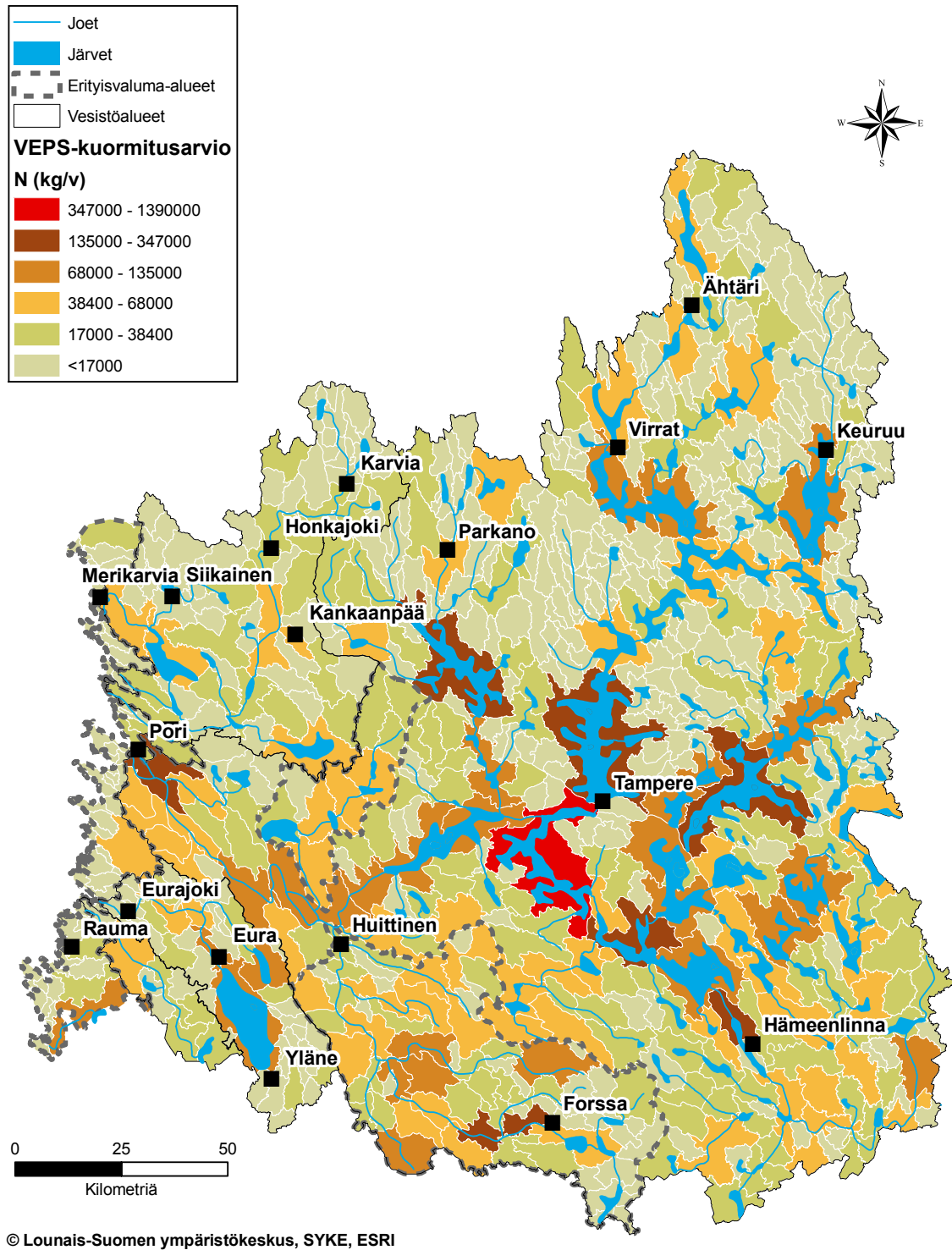
VEPS-kuormitusarviota tarkasteltiin myös suhteutettuna pinta-alaan. Koska VEPS-kuormitusarviointi perustuu osin osavaluma-alueiden pinta-aloihin, pinta-alaltaan suurimmat osavaluma-alueet saavat yleensä korkeimmat kuormitusluvut. Tämän vuoksi VEPS-kuormitustulokset jaettiin osavaluma-alueiden pinta-aloilla. Näin saatiin esille osavaluma-alueisiin kohdistuva kuormituspaine ja alueita on mahdollista verrata keskenään niiden pinta-aloista riippumatta. Kokonaisfosforikuormitusjakauma muuttuu täysin pinta-alavaikutuksen poistuttua (kuva 35). Suurimman kuormituksen valuma-alueet ovat Karvianjoen vesistöalueella, Kokemäenjoen vesistön alajuoksulla, Loimijoen valuma-alueella ja Eurajoen vesistöalueella. Pohjajoen (36.012), Ristiluoman (36.024), Sassilanjokien (83.029), Jokioisen, Nahkialanjoen (35.271), Tervajoen alaosan (35.871), Haitulan (35.921) ja Euran (34.022) osavaluma-alueilla fosforikuormitukset ovat suurimmat. Loimijoen valuma-alueella kuormitus on korkealla tasolla kaikilla osavaluma-alueilla, kun taas Karvianjoen, Eurajoen ja Kokemäenjoen vesistöalueilla kuormitusvaihtelut osavaluma-alueittain ovat huomattavia. Kauvatsanjoen valuma-alueella kuormitus on suhteellisen alhaisella tasolla. Myös Tampereen seudun suurten osavaluma-alueiden arvot ovat edelleen korkeita, mutta niiden merkitys pieneni koko selvitysaluetta tarkasteltaessa. Toisaalta esimerkiksi Kokemäenjoen vesistön koillisosan merkitsevyys alenee entisestään, kun pinta-alat otettiin huomioon kuormituslaskennassa.

Osavaluma-alueilla muodostuva kokonaisfosforikuormitus



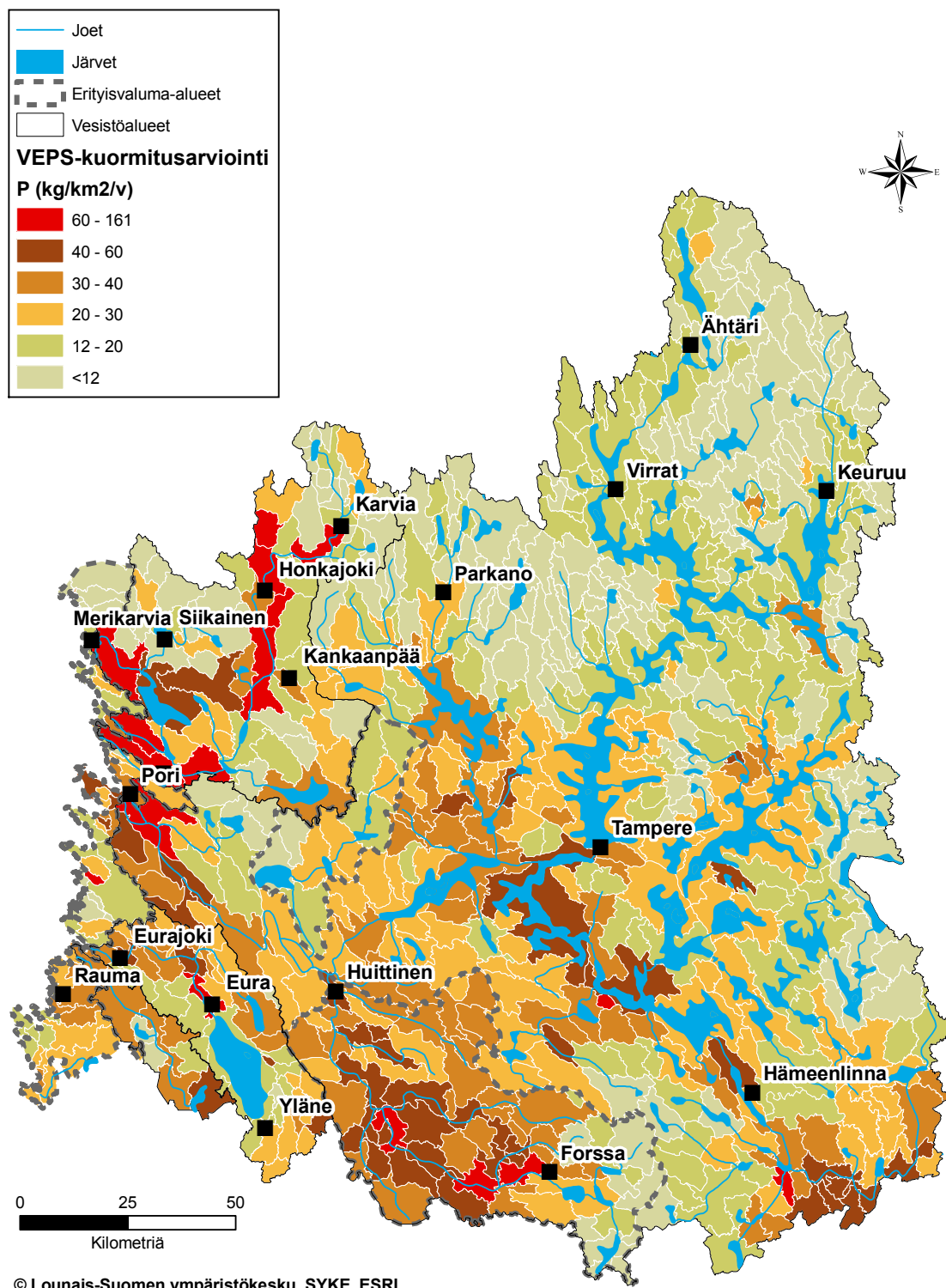
Kuva 33. Kokonaisfosforikuormituksen muodostuminen osavaluma-alueittain.

Osavaluma-alueilla muodostuva kokonaistyyppikuormitus



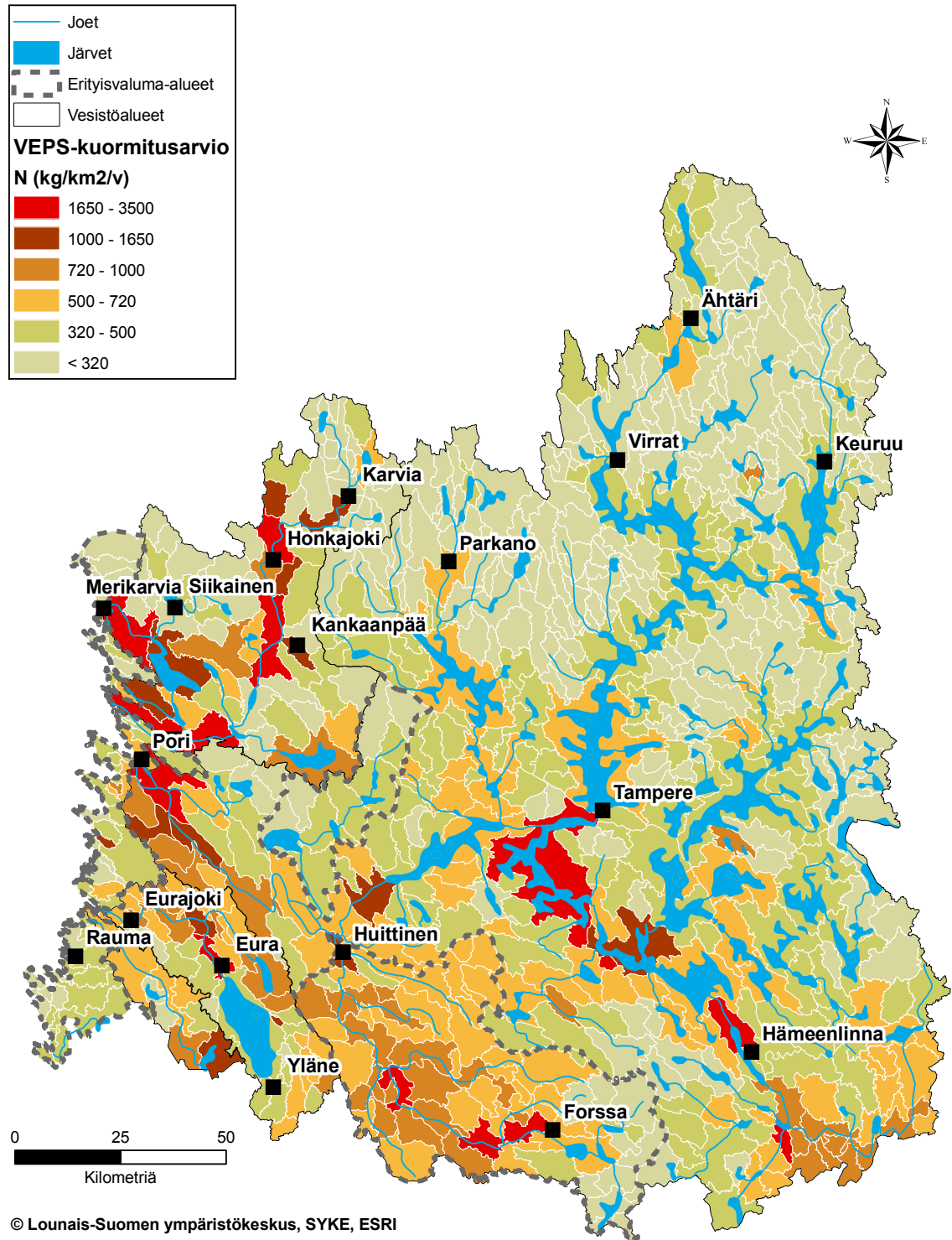
Kuva 34. Kokonaistyyppikuormituksen muodostuminen osavaluma-alueittain.

Osavaluma-alueilla muodostuva kokonaisfosforikuormitus pinta-alayksikköä kohti



Kuva 35. Osavaluma-alueilla muodostuva kokonaisfosforikuormitus (piste- ja hajakuormitus) pinta-alayksikköä kohti.

Osavaluma-alueilla muodostuva kokonaistyyppikuormitus pinta-alayksikköä kohti



Kuva 36. Kokonaistyyppikuormitus (piste- ja hajakuormitus) osavaluma-alueittain pinta-alayksikköä kohti.

Kokonaistyyppipitoisuuksissa muutokset ovat myös huomattavia, kun pinta-alojen merkitys poistettiin kuormitusarvioinnista (kuva 36). Kaiken kaikkiaan alhaisen kuormituksen osavaluma-alueiden määrät kasvavat. Selvästi yli puolet osavaluma-alueista ovat korkeintaan keskitason kuormitusalueita. Lisäksi korkeahkon kuormituksen osavaluma-alueiden määrät vähenevät. Korkean kuormituksen osavaluma-alueita ovat Tampereen Pyhäjärven, Pohjajoen, Ristiluoman, Jokioisen, Nahkialanjoen, Tervajoen alaosan, Haitulan ja Euran lisäksi Karvianjoen keskiosan (36.022), Honkaluoman (36.032), Merikarvianjoen suuosan (36.011), Eteläjoen (36.016), Noormarkunjoen (36.017) ja Mervenselän (35.232) osavaluma-alueet. Koko Loimijoen valuma-alueen korkea kuormitusvaikutus, mikä havaitaan kokonaisfosforin osalta, muuttuu kokonaistyyppessä keskitason ravinnekuormitukseksi. Samoin Kauvatsanjoen valuma-alueet ovat alhaisen kuormituksen luokissa, kuten myös välialueiden valuma-alueet. Kokemäenjoen vesistöalueen keskiosan, Tampereen länsipuoleisien osavaluma-alueiden kuormitusvaikutus on laskenut korkeintaan keskitasolle, jos verrataan tuloksia kokonaisfosforipitoisuuksiin pinta-alaa kohden.

VEPS-kuormitusarvioinnin tuloksia muokattiin vielä siten, että niistä poistettiin laskeuma, luonnonhuuhtouma, pistekuormitus ja turvetuotanto. Täten saatiin kuormitustarkastelu, joka ilmentää ihmisen aiheuttamaa hajakuormitusta (kuva 37 ja 38). Kokonaisfosforikuormitustulokset muuttuvat radikaalisti, kun yli puolessa osavaluma-alueita kuormitustaso on vähintään keskitasolla. Esimerkiksi koko Loimijoen valuma-alue on fosforikuormituksen suhteen korkealla tasolla. Kokemäenjoen vesistöalueen koillisosan latvaosavaluma-alueita lukuun ottamatta kuormitus on merkittävää. Toisaalta Tampereen seudun suuret osavaluma-alueet ovat keskitason kuormitusluokassa. Korkeimman kuormituksen tasolla ovat Niinijoen keskiosan (35.922), Syrjäniityn ojan (35.977), Lavajoen (35.591), Jokioisen, Haitulan, Jänhijoen (35.971), Niinijoen alanosan, Kärrijoen (35.928), Loimaan (35.922), Suntinojan (35.114), Lähdeojan (35.974), Myllyjoen (35.513), Puujoen alaosan (35.821), Eurajoen-Lavian (34.012), Pyhäjoen alaosan (34.061), Karvianjoen keskiosan (36.022), Honkaluoman, Eteläjoen, Merikarvian suuosan, Jouhikylän (36.041), Paholuoman alaosan (36.035), Sassilanluovan, Tränskinojan (83.037), Kuutilonjoen (83.041) ja parin välialueen (83V005 ja 83V057) osavaluma-alueet.

Tarkasteltaessa ihmisen aiheuttamaa kokonaistyyppikuormitusta pinta-alaa kohden useat osavaluma-alueet ovat korkean ravinnekuormituksen luokissa (kuva 38). Lähes koko Loimijoen valuma-alue on korkeimmat kuormituksen luokassa, kun

on myös merkittävä osa Eurajoen vesistöaluetta. Suhteellisen pienellä Lapinjoen vesistöalueella on useita osavaluma-alueita korkeimmassa kuormitusluokassa. Kokemäenjoen vesistöalueen alajuoksulla on useita korkean kuormituksen osavaluma-alueita, kuten on myös vesistöalueen kaakkoisosissa Hämeenlinnan kaakkoispuolella. Karvianjoen vesistöalueella vaihtelu on suurta, kun osa osavaluma-alueista on korkean, osa alhaisen kuormituksen luokissa. Välialueiden osavaluma-alueilla on myös vastaavanlaista vaihtelua.

Fosforikuormituksen nykyiset luokkarajat vaikuttavat realistisilta. Vakavaan hajakuormitusluokkaan ryhmittyi ainoastaan pieni osa osavaluma-alueista, mutta suurehkoon kuormitusluokkaan ainakin kolmasosa selvitysalueen osavaluma-alueista. Tyyppikuormituksen luokkarajat ovat suhteellisen alhaiset, kun lähes puolet selvitysalueen osavaluma-alueista luokitui vähintään suurehkoon hajakuormitusluokkaan.

Erityisvaluma-alueiden rehevöittävä kuormitus

Erityisvaluma-alueiden rehevöittävä kuormitusta tarkennettiin maatalouden pellonkäyttötietojen ja eläinten lantakuormituksen osalta. Kuitenkin tiedon saaminen valuma-alueittain osoittautui vaikeaksi, joten kuormitusarviointi toteutetaan pääosin kuntakohtaisilla tiedoilla.

Peltoviljelystä muodostuva kuormitus

Kevätviljojen osuus oli suurin eri viljakasvir ryhmistä, noin 65 % (liite 7). Seuraavaksi yleisimmät olivat nurmet (16 %), erityisviljelyalueet ja kesannot (11 %), syysviljat (5 %) sekä juurikkaat (3 %).

Huittisissa, Punkalaitumella, Mellilässä ja Humppilassa kevätiljojen osuudet kaikista kasvir ryhmistä oli yli 75 % ja Alastarolla, Eurajoella, Oripäässä ja Raumalla, Porissa, Pyhärannassa ja Vampulassa ylittyi 70 prosentin raja. Vähiten kevätiljaa viljeltiin Merikarvialla.

Juurikkaiden viljely oli vähäistä selvitysalueen kunnissa lukuun ottamatta Köyliötä (40 %). Myös Luvialla, Säskylässä, Ulvilassa ja Uudessakaupungissa juurikkaanviljelyn osuus oli yli 10 %. Muissa kunnissa viljelyalat jäivät alhaisemmiksi.

Nurmiviljelyn osuus vaihteli melkoisesti eri kuntien välillä. Muutamissa kunnissa nurmet ylittivät kolmanneksen koko viljelyalasta. Näitä kuntia olivat Hämeenkyrö, Ikaalinen, Jämijärvi, Lavia, Merikarvia, Mouhijärvi ja Vammala. Päinvastainen tilanne oli Alastarossa, Huittisissa, Löyliössä, Mellilässä, Oripäässä, Pyhärannassa, Säskylässä ja

Vampulassa, joissa nurmiviljelyn osuudet jäivät 4-7 prosenttiin.

Syysviljojen osuudet olivat yhteenlaskettua ja-koja suuremmat Alastarolla, Oripäässä, Pöytyällä, Koskella, Loimaalla, Marttilassa, Mellilässä, Somerolla ja Vampulassa. Näissä kunnissa syysviljojen osuus oli 8-11 % välillä. Jämijärvellä, Köyliössä ja Säskylässä ei viljely ollenkaan syysviljaa.

Kesantojen ja erityisviljelyalueiden, joihin kuului muun muassa maataloustuen ympäristötuen erityistukialueita ja suojavyöhykkeitä, peltoalat olivat kaikissa kunnissa samansuuntaisia, noin 10 %. Ainoastaan Merikarvialla kesantoja ja erityisviljelyalueita oli jopa 26 %.

Peltoviljelyn aiheuttama kuormitus keskittyi pääosin Loimijoen valuma-alueelle (kuva 39 ja 40). Koska sekä fosfori- että typpikuormitus laskettiin pinta-alan perustuvalla ominaiskuormitusarvolla, niin kummankin ravinteen jakaumat olivat lähes identtiset. Suurimmat huuhtoumat aiheutuivat Loimaalla ja Somerolla, fosforilla yli 43 000 kg ja typellä yli 229 000 kg. Myös Pöytyällä, Huittisissa, Punkalaitumella ja Vammalassa huuhtoumat olivat korkeahkoja. Muissa valuma-alueen kunnissa kuormitukset ovat alhaisemmat. Kauvatsanjoen valuma-alueelle ulottuvassa Vammalassa oli korkeahkot huuhtoumat, muissa kunnissa alhaisemmat. Rannikon välialueiden valuma-alueiden kunnissa pitoisuudet olivat korkeintaan keskitasoa, mutta korkeita arvoja ei havaittu.

Peltoviljelyn kuormitusarvioinnissa käytettyjä ominaiskuormitusarvoja voidaan fosforin osalta pitää melko korkeina ja typen osalta jokseenkin alhaisina. Fosforin ominaiskuormitusarvoissa enakoituu ilmastonmuutoksen vaikutukset vesistökuormitukseen sadannan ja eroosion kasvaessa. Huuhtoumat tulevat todennäköisesti kasvamaan nykyisestä. Typen ominaiskuormitusarvoja vastaavia arvoja on saatu muissakin tutkimuksissa. Juurikkaan osalta jouduttiin turvautumaan saatavilla olevaan tietoon. Tutkimuksien ympäristöolot, kuten maaperä, olivat samankaltaiset selvitysalueen vesistöjen valuma-alueiden kanssa.

Eläintuotannosta muodostuva kuormitus

Tuotantoeläinten määrät olivat jakautuneet epätasaisemmin kuntien kesken (liite 8). Broilereita ja kalkkunoita oli puolet eläimistä, vaikka niitä oli vain muutamassa kunnassa. Munivia kanoja oli yli kolmasosa kaikista eläimistä, mutta niitä oli suurimmassa osassa kuntia. Sikoja oli yli 10 % ja sitä suurempia eläimiä vielä vähemmän. Alastarolla, Huittisissa, Pöytyällä ja Somerolla eläinten kokonaismäärät olivat vähintään 10 % koko selvitysalueen eläinmäärästä.

Hevosien määrät olivat suurimmat Lopella ja Porissa, yli 10 %. Muissa kunnissa hevosia oli selvästi vähemmän.

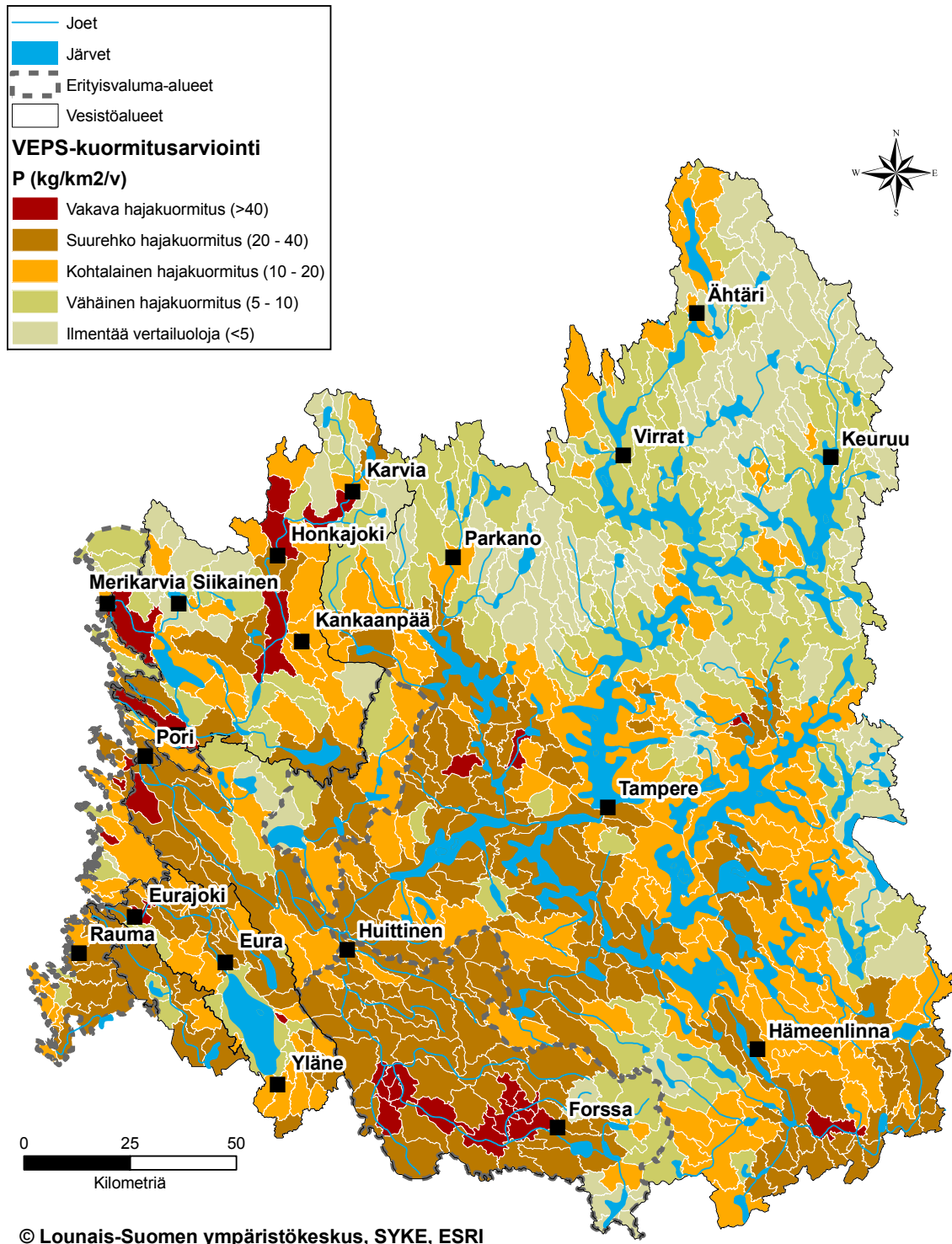
Sikojen määristä, joka sisältää emakot, lihasiat ja siitoskarjut, oli havaittavissa, että osassa kunnista siat ovat pääasiallisin tuotantoeläin. Forssassa, Jokioisissa, Jämijärvellä, Kiikioisissa, Laviassa, Luviolla, Raumalla, Rengossa, Urjalassa, Vammalassa, Ypälällä ja Äetsässä sikojen osuudet olivat yli puolet kaikista maatalouseläimistä. Myös Punkalaitumella, Tammelassa, Uudessakaupungissa ja Vampulassa sikojen osuus oli merkittävä. Muutamissa kunnissa sikoja ei ollut lainkaan.

Broilerit ja kalkkunat olivat keskittyneet harvoin kuntiin, joissa lintutuotanto oli yhdessä kanojen kanssa lähestulkoon ainoa eläintuotannon muoto. Alastarolla, Eurajoella, Huittisissa, Kokemäellä, Köyliössä, Marttilassa, Pöytyällä ja Säskylässä broileri- ja kalkkunamäärät käsitti yli puolet koko eläinmäärästä. Koskella ja Loimaalla oli jonkin verran tuotantoa, mutta muista kunnista se puuttui.

Munivien kanojen tuotanto oli laaja-alaisempaa. Kuitenkin munatuotanto oli pääosin keskittynyt eri kuntiin kuin broileri- ja kalkkunatuotanto. Hattulassa, Humppilassa, Laviassa, Mellilässä, Nummi-Pusulassa, Oripäässä, Punkalaitumella, Pyhärannassa, Somerolla, Uudessakaupungissa ja Vampulassa munivien kanojen osuus ylitti 50 % koko eläinmäärästä. Muissa kunnissa munakanojen määrät olivat pienemmät. Ainoastaan Alastarolla, Kokemäellä, Koskella, Loimaalla ja Marttilassa sekä broileri- ja kalkkunamäärät että munakanamäärät olivat merkittäviä. Kananpoikasten kasvatus oli puolestaan keskittynyt muutamaan kuntaan, Loimaalle ja Somerolle.

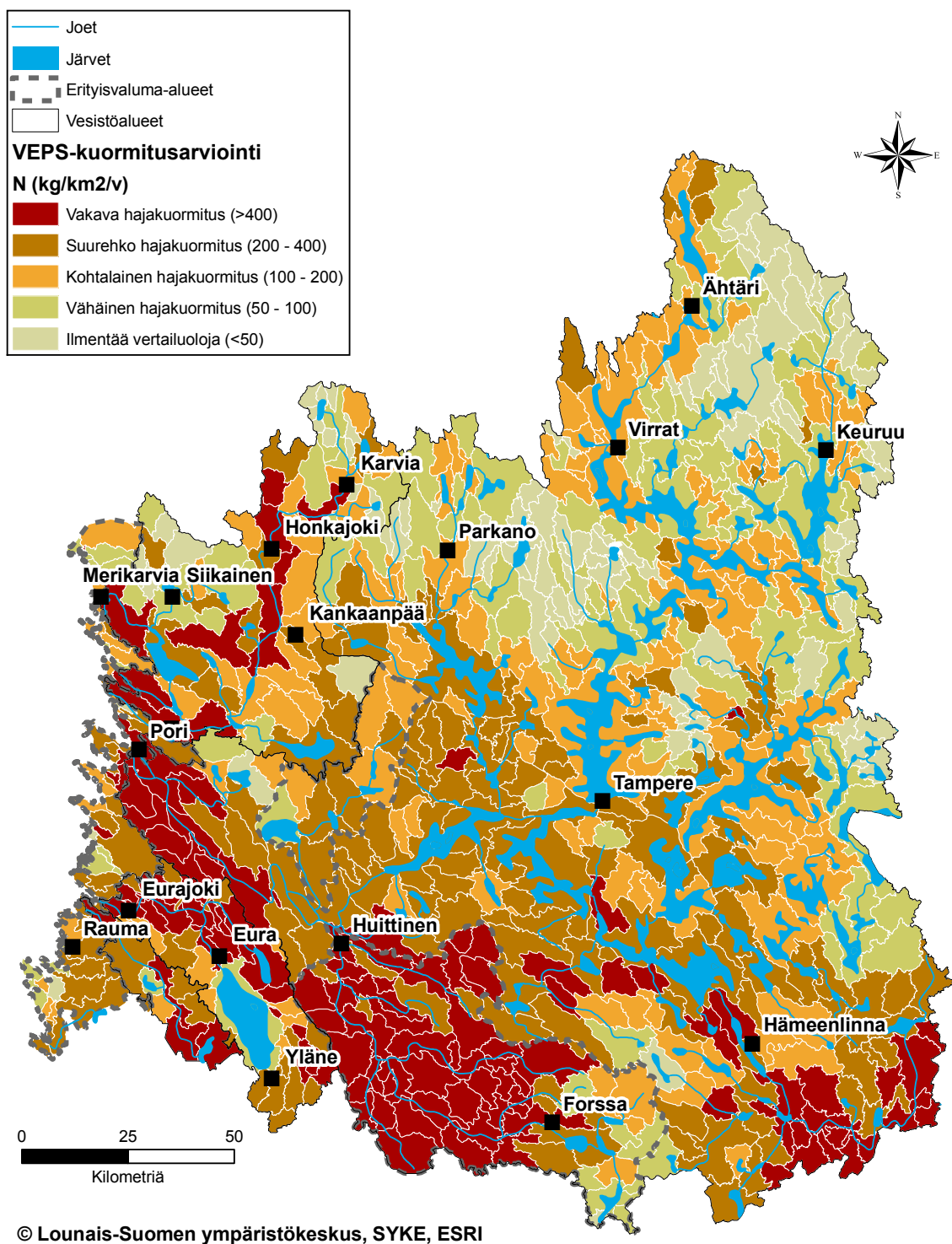
Lehmiä oli lähes jokaisessa kunnassa. Lihanautojen osuudet olivat vähintään neljänneksen koko eläinmäärästä Hämeenkyrössä, Kalvolassa, Lopella, Mouhijärvellä, Porissa ja Ulvilassa. Lypsylehmät olivat keskittyneet pitkälti samoihin kuntiin, poikkeuksena Ikaalinen, Karkkila, Pori ja Ulvila. Ikaalisissa ja Karkkilassa lypsylehmiä oli yli neljänneksen eläinmäärästä, kun taas Porissa ja Ulvilassa lypsylehmien määrät olivat vähäisempiä vaikka lihanautoja kunnissa onkin paljon. Muiden lehmien, joka käsittää emolehmät, hiehot ja siitossonnit, kasvatus oli kuntakohtaisesti keskittynyt. Porissa ja Ulvilassa niiden määrät ylittivät 20 %. Myös Hämeenkyrössä, Ikaalisissa, Kalvolassa, Lopella, Merikarvialla ja Mouhijärvellä oli suurehkot määrät emolehmiä, hiehoja ja siitossonneja.

Ihmissen aiheuttama kokonaisfosforin hajakuormitus osavaluma-alueittain pinta-alayksikköä kohti



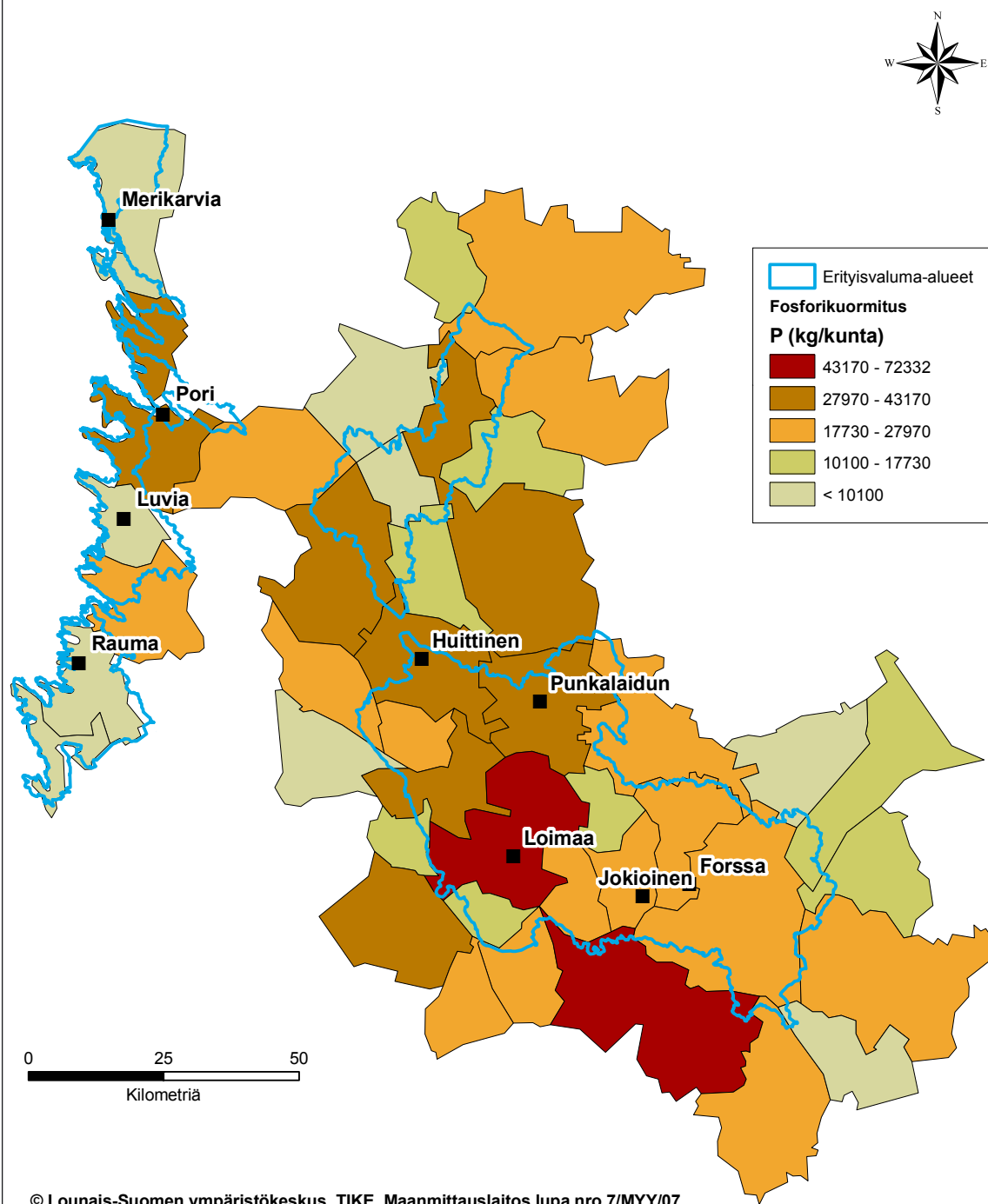
Kuva 37. Ihmissen aiheuttama osavaluma-aluekohtainen kokonaisfosforin hajakuormitus (haja-asutus, hulevedet, maatalous ja metsätalous) pinta-alayksikköä kohti.

Ihmissen aiheuttama kokonaistypen hajakuormitus osavaluma-alueittain pinta-alayksikköä kohti



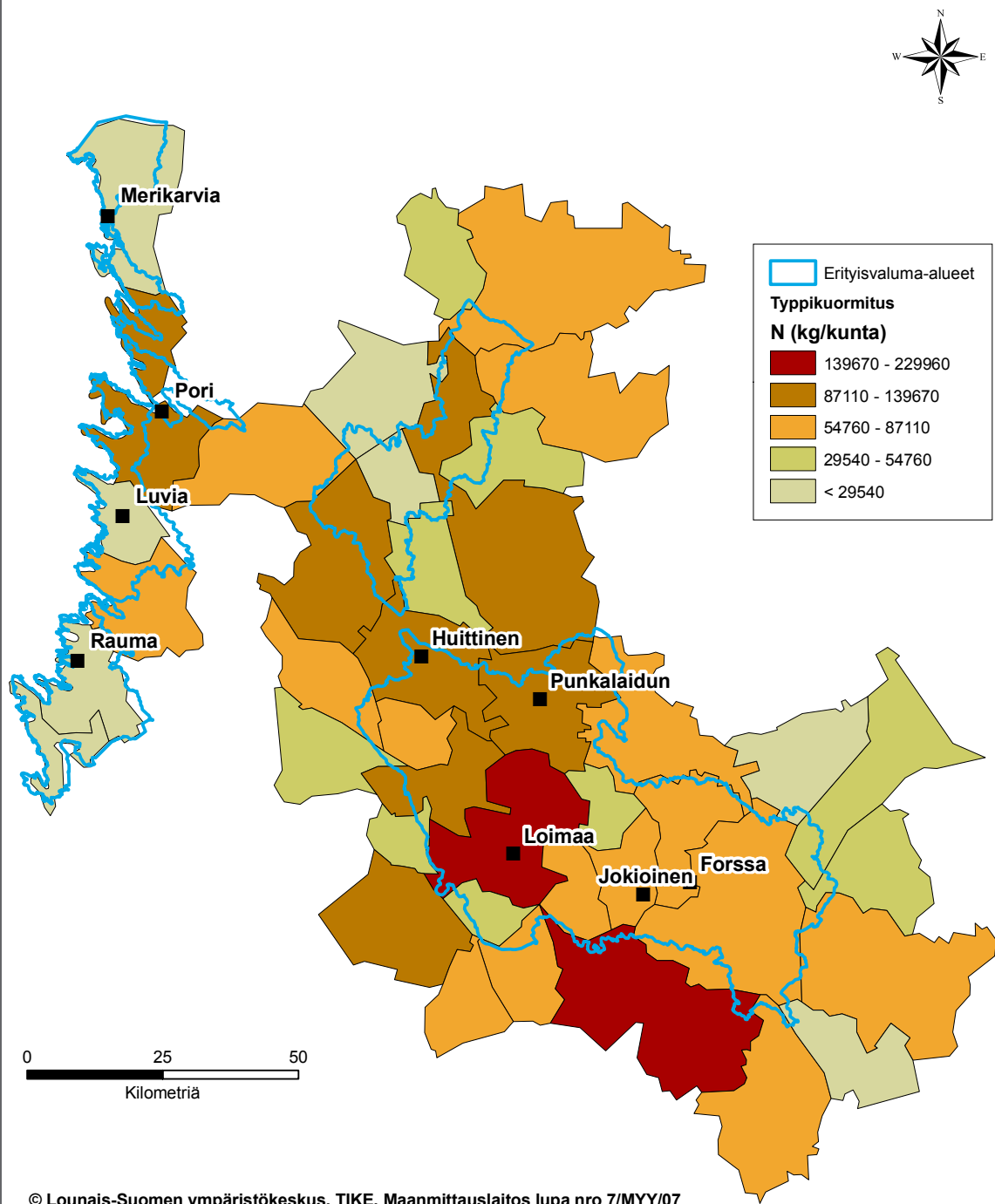
Kuva 38. Ihmissen aiheuttama osavaluma-aluekohtainen kokonaistypen hajakuormitus (haja-asutus, hulevedet, maatalous ja metsätalous) pinta-alayksikköä kohti.

Fosforikuormitus pelloilta erityisvaluma-alueiden kunnissa



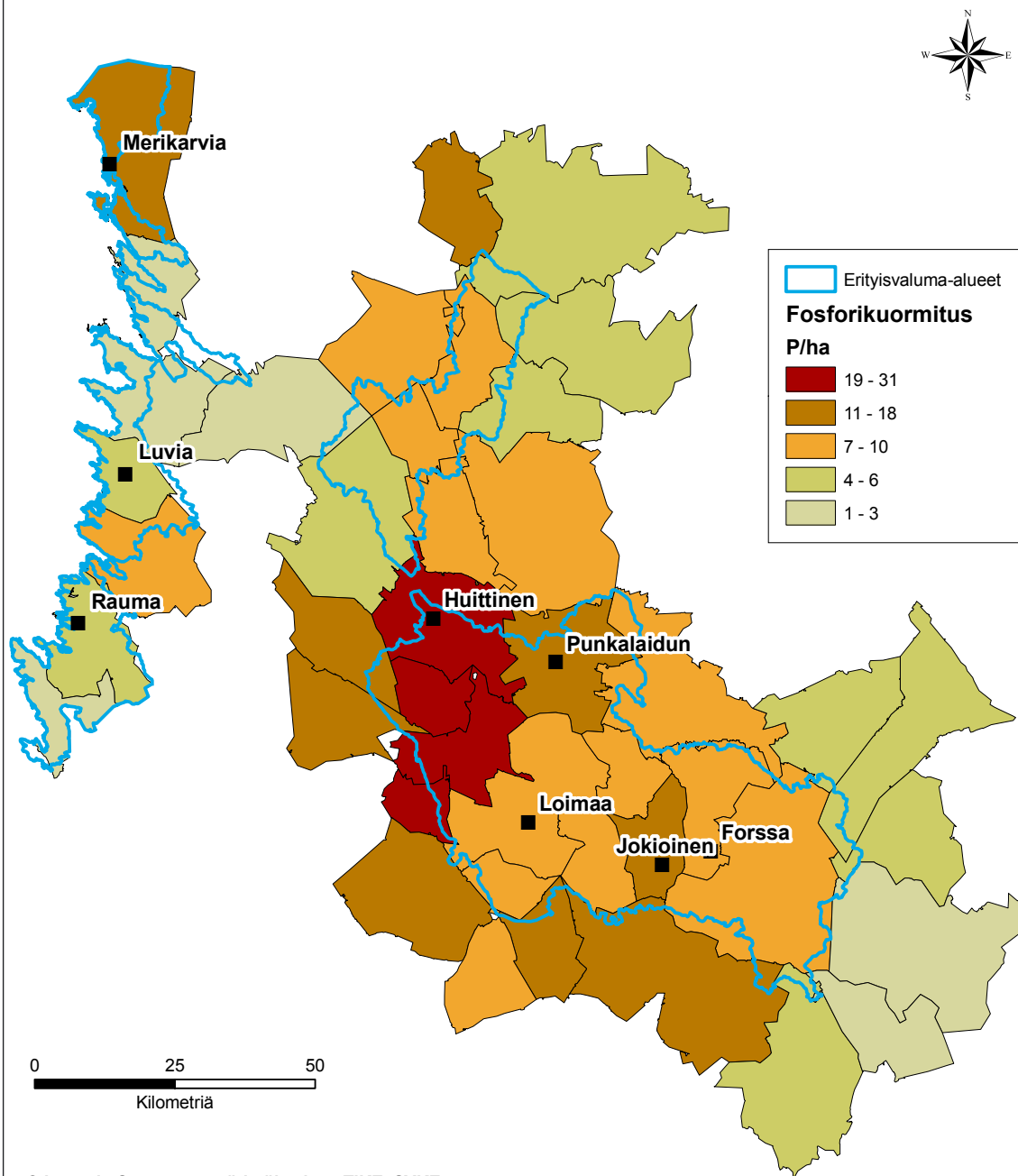
Kuva 39. Peltoviljelyn aiheuttama kokonaisfosforikuormitus erityisvaluma-alueiden kunnissa.

Typpikuormitus pelloilta erityisvaluma-alueiden kunnissa



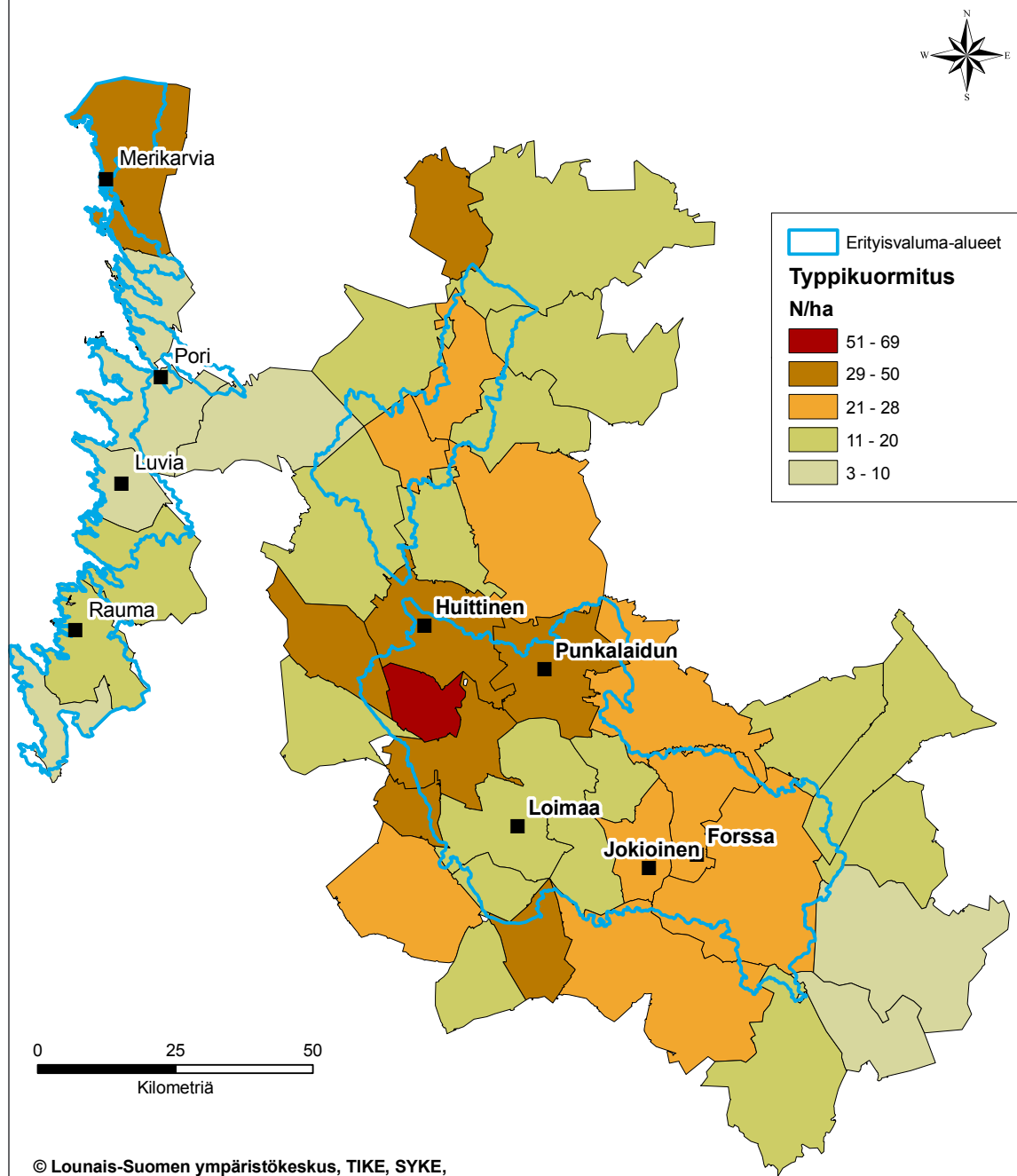
Kuva 40. Peltoviljelyn aiheuttama kokonaistyppikuormitus erityisvaluma-alueiden kunnissa.

Eläinten lannan fosforikuormitus erityisvaluma-alueiden kunnissa



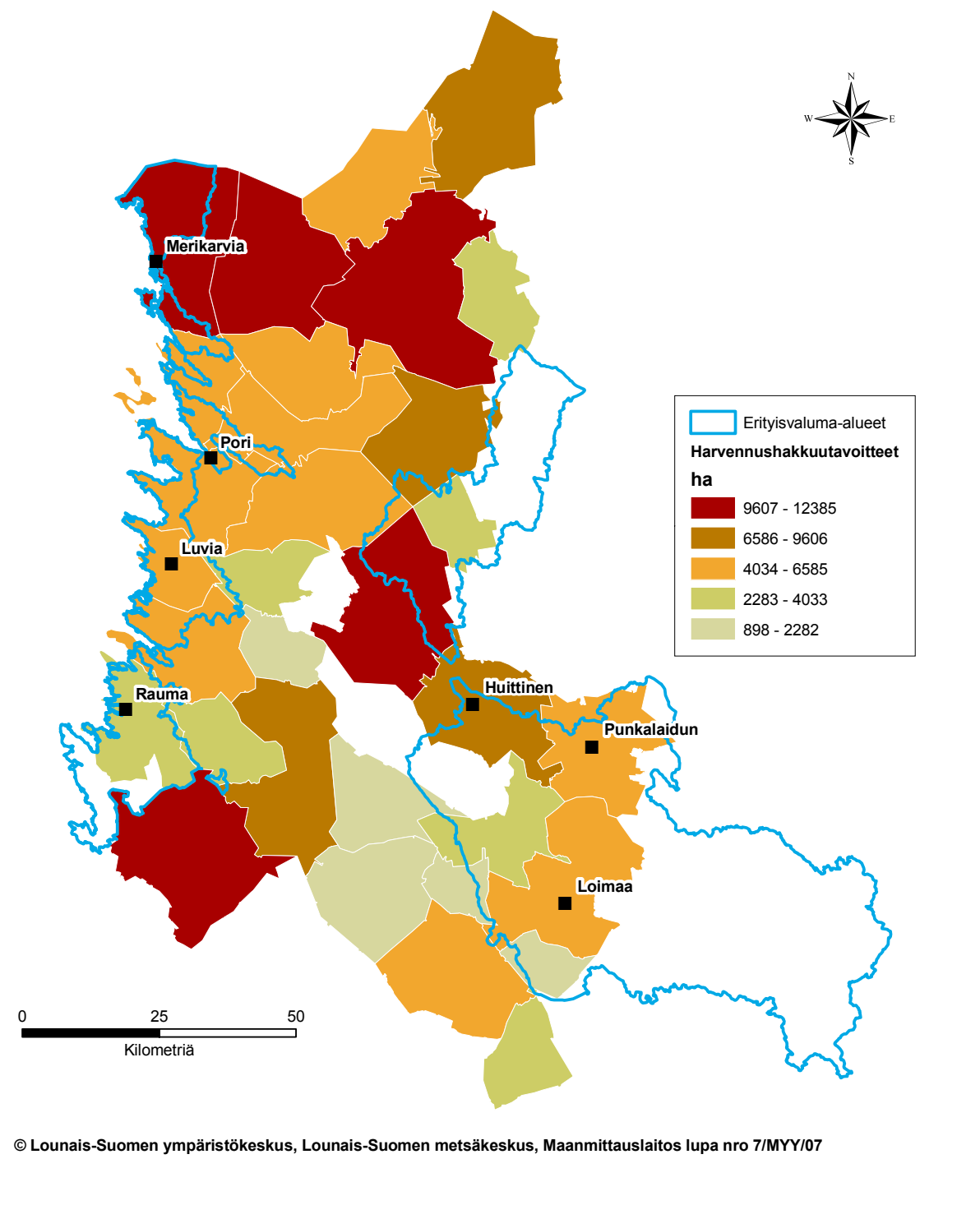
Kuva 41. Eläinten lannan aiheuttama kokonaisfosforikuormitus pellohehtaaria kohden erityisvaluma-alueiden kunnissa.

Eläinten lannan kokonaistyyppikuormitus erityisvaluma-alueiden kunnissa



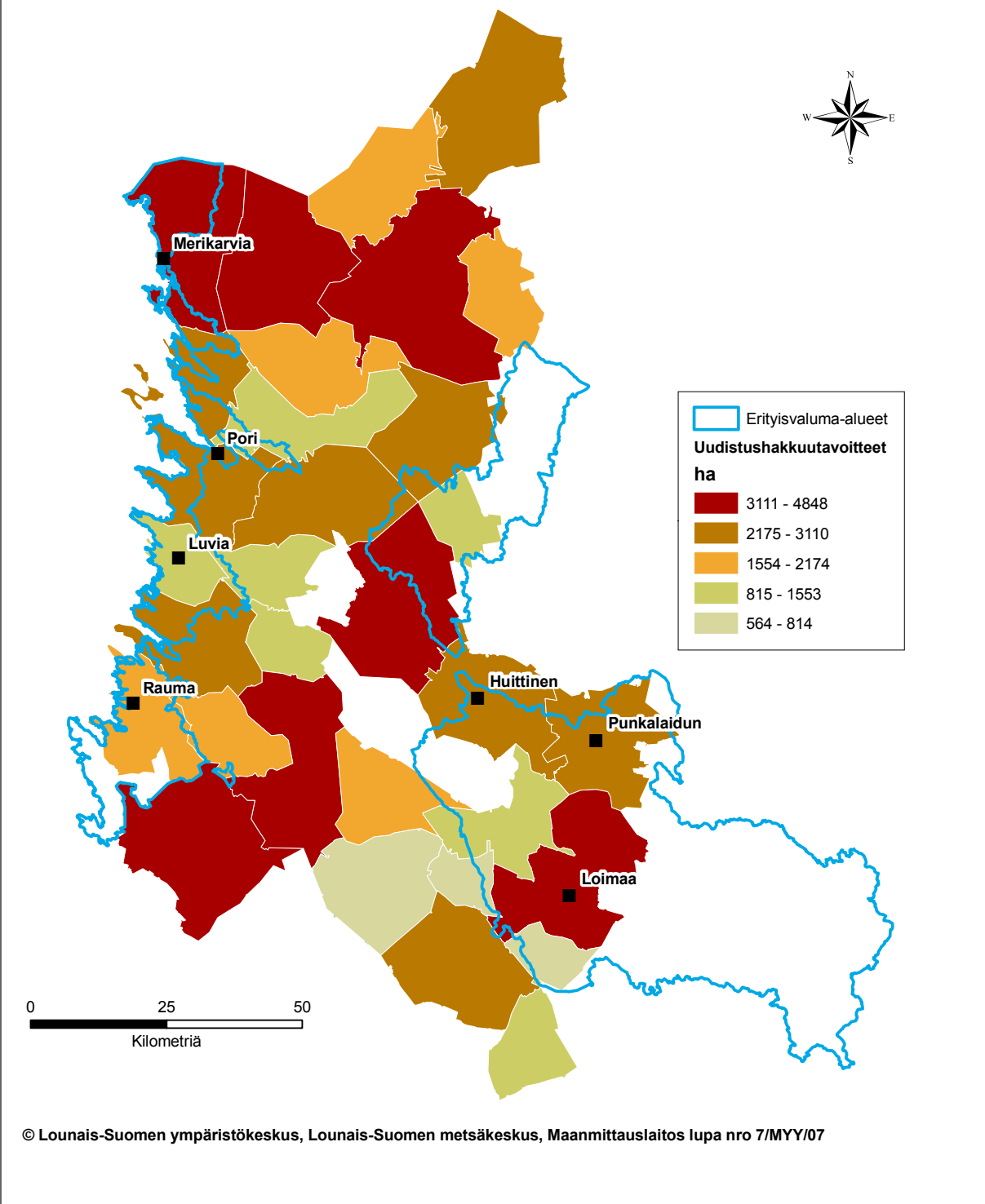
Kuva 42. Eläinten lannan aiheuttama kokonaistyyppikuormitus pellohehtaaria kohden erityisvaluma-alueiden kunnissa.

Tavoitteelliset harvennushakkuut (ha) eräissä Satakunnan kunnissa seuraavan 10 vuoden aikana



Kuva 43. Metsäkeskuksen tavoitteelliset harvennushakkuut eräissä Satakunnan kunnissa seuraavan 10 vuoden aikana.

Tavoitteelliset uudistushakkuut (ha) eräissä Satakunnan kunnissa seuraavan 10 vuoden aikana



Kuva 44. Metsäkeskuksen tavoitteelliset uudistushakkuut (ha) eräissä Satakunnan kunnissa seuraavan 10 vuoden aikana.

Eläinten lannan kokonaisfosforikuormitus vaihteli suuresti eri erityisalueiden kesken (kuva 41). Loimijoen valuma-alueen kunnissa kuormitusluvut olivat korkeita. Vampulassa, Huittisissa, Orissa ja Alastarolla kuormitus oli huomattavinta, vähintään 19 kg/ha. Jokioissa ja Punkalaitumella fosforikuormitus oli korkeahkolla tasolla, kun taas muissa kunnissa kuormitus oli keskitasolla. Kauvatsanjoen valuma-alueella sijaitsevista Vammalassa, Äetsässä ja Laviassa lannan aiheuttama kuormitustaso oli keskitasolla. Muissa kunnissa se oli alhaisempaa. Välialueiden valuma-alueiden kunnissa kuormitustaso vaihteli. Merikarvialla se oli korkeahkolla tasolla, muissa alhaisempi.

Kokonaistypen osalta eläinten lannan kuormitus oli fosforin kaltainen (kuva 42). Loimijoen valuma-alueen kunnissa taso oli korkeahko. Ainoastaan Vampulassa kuormitus ylitti 50 kg/ha, mutta myös Huittisissa kuormitus oli lähes samalla tasolla. Loimaalla typpekuormitus oli yllättäen melko alhainen, kun muissa kunnissa kuormitusluvut olivat vähintään keskitasoa. Kauvatsanjoen valuma-alueen kunnissa kuormitus oli alhaista tai keskimääräistä tasoa. Välialueiden valuma-alueiden kunnissa kuormitus oli alhaista Merikarvialla lukuunottamassa.

Tavoitteelliset hakkuut ja ojitukset

Satakunnan kunnissa suunniteltujen tavoitteellisten harvennus- ja uudistushakkuiden painopiste on seuraavan viiden vuoden aikana (liite 9). Hakkuutavoitteet ovat useassa kunnassa ensimmäisellä 5-vuotiskaudella monikertaiset verrattuna jälkimmäiseen kauteen. Yhteenlasketut harvennushakkuut ovat yli puolet suuremmat ensimmäisellä kaudella kuin toisella ja uudistushakkuiden osalta tilanne on samansuuntainen. Yksittäisistä kunnista eniten harvennushakkuita (> 10 000 ha) esitetään toteutettavaksi Kokemäellä, Kankaanpäässä, Laitilassa, Merikarvialla ja Siikaisissa (kuva 43). Uudistushakkuutavoitteessa yli 4000 hehtaarin määrät ylittävät Kankaanpäässä ja Laitilassa (kuva 44).

Erityisvaluma-alueiden kunnissa ojitustarve on melko vähäinen seuraavan 20 vuoden aikana, koska ojitustarve on suurinta vasta 20 vuoden kuluttua (liite 10). Yhteenlasketut ojitustarpeet seuraavien vuosikymmenien aikana ovat suurimmillaan yli 4000 ha, esimerkiksi Karviassa ja Kankaanpäässä. Ojituksia on suunniteltu tehtäväksi eniten seuraavan 10 vuoden aikana Karviassa, Pomarkussa ja Porissa, mutta ojitusmäärät ovat alhaisia (< 70 ha). Seuraavan 10-20 vuoden kuluttua ojituksia on suunniteltu eniten Eurajoelle, Merikarvialle, Ulvialla ja Pomarkkuun.

Lannoitustarvetta on eniten Huittisissa, Kokemäellä, Kankaanpäässä ja Kiukaisissa, joissa niiden määrä ylittää 700 ha (liite 10).

Kuormituspaineen kehitys ja vähentämistarpeet

Kuormitusarvioinnista havaitaan selvästi, että kuormitukselle altistavat ympäristötekijät ja ihmisen toiminta yhdessä. Tietynlainen maankäyttö keskittyy alueille, joissa sen edellytykset toimia ovat parhaat. Täten esimerkiksi selvitysalueen maatalous keskittyi savi- ja silttimaille, joilta luonnonhuuhtoumakin on muita maaperälajeja suurempaa -puhumattakaan maanmuokkauksen jälkeisistä huuhtoumista. Muista maankäyttömuodoista metsätaloutta esiintyi pääosin alueilla, joita ei ollut hyödynnetty muussa maankäytössä. Metsätalous oli keskittynyt moreenimaille, joilla maaperän kosteudenhallinta on helpompaa. Erityisesti turvemaiden metsätalouteen liittyy laaja-alaiset ojitukset, jotta maaperän vesipitoisuudet saadaan laskemaan puun kasvulle otollisiin määriin. Selvitysalueella maa- ja metsätaloudelle parhaat toiminta-alueet olivat selvästi jakautuneet. Vaikka eri maankäyttömuotoja on kaikkialla, niin maatalous oli keskittynyt erityisen paljon Kokemäenjoen alajuoksun varrelle ja Loimijoen valuma-alueelle sekä joissain määrin Hämeenlinnan kaakkoispuolelle. Metsätalous oli puolestaan painottunut selvitysalueen pohjoisosiin Karvianjoen ja Kokemäenjoen vesistöjen suovaltaisille latvaosavaluma-alueille. Ojitukset olivat tiheimpiä juuri näillä alueilla. Vuosittaisten hakkuuprosenttien mukaan oli vaikea arvioida metsätalouden intensiteettiä, koska hakkuukierto on pitkä ja puuta hakataan sieltä, missä se on hakkuukypsää. Suunniteltuja hakkuita on keskittynyt runsaasti Kauvatsanjoen valuma-alueelle. Myös Loimijoen valuma-alueella on keskittynyt jonkin verran hakkuita. Eurajoen vesistöalueellakin tavoitellaan kohtalaisia hakkuita tulevina vuosina. Näiltä hakatuilta alueilta kuormitus on ollut merkittävää juuri viime vuosien aikana. Lisäksi selvitysalueen pohjoisosiin, erityisesti Karvianjoen vesistöalueelle, oli keskittynyt huomattavia turvetuotantoalueita. Suotuisalla elin- ja tuotantoympäristöllä on suuri merkitys eri kuormittajien maatieteelliseen sijoittumiseen.

Kokemäenjoen vesistön päivittäinen kuormitus vaihtelee voimakkaasti virtaaman mukaan (Bilaltdin ym. 2007). NUTRIBA-hankkeessa laaditun kuormitusmallin perusteella suurimmat huuhtoumat tulevat Selkämereen kevättalvella lumien sulaessa. Samaan johtopäätökseen tuli Rankinen ym. (2008) Loimijoen typpekuormituksen osalta.

Huomioitavaa on se, että Loimijoen osuus Kokemäenjoen kokonaiskuormituksesta oli merkittävä. Fosforin osalta Loimijoen valuma-alueelta huuhtoutui 35 prosenttia koko Kokemäenjoen vesistön kuormituksesta ja typen osalta luku oli 24 prosenttia. Tampereen kaupungin jätevesien vaikutus typikuormitukseen on suuri. Kouvatsanjoen valuma-alueelta tuleva kuormitus oli mallissa hyvin alhainen.

Lisäksi NUTRIBA-mallissa arvioitiin sitä, miten kokonaiskuormitus muuttuu, jos Tampereen kaupungin jätevesien typenpuhdistus paranisi tai Loimijoen valuma-alueella maataloutta toteutettaisiin ainoastaan parhaiden viljelykäytäntöjen mukaisesti. Tulokset osoittivat että jommankumman vaihtoehdon toteutuminen ei juurikaan vaikuta Selkämeren ravinnekuormitukseen, vaan vaihtoehtojen tulisi toteutua yhtäaikaaisesti kuormituksen vähenemiseksi (Kuosa ym. 2006).

Toisessa kuormitusmallissa Loimijoella liukoisen typen kuormituksesta yli 70 % muodostui kevätilviljoista (Rankinen ym. 2008). Muiden maankäyttömuotojen, kuten metsätalous, pistekuormitus ja haja-asutus, osuus oli yhteensä noin 5 % kokonaiskuormituksesta. Liukoisen typen kokonaiskuormituksesta 90 % muodostui nitraatista.

Hajakuormitusta pystytään vähentämään tehokkaasti suunnittelemalla työt huolella, ajoittamalla ne oikein ja käyttämällä sopivimpia työmenetelmiä. Vesien tilan kannalta oleellisiin tavoitteisiin pyritäessä on se, miten hyvin vesiensuojelu toteutetaan maa- ja metsätaloustoimenpiteiden yhteydessä. Täten toimenpiteiden käytännön toteutukseen tulee kiinnittää erityistä huomiota. Esimerkiksi metsätalouden kunnostusojituksia ei pitäisi tehdä kivennäismaahan saakka. Kuitenkin käytännössä ainakin ohutturpeisilla mailla tämä on usein melko mahdotonta, jotta maaperän vesitaloutta saadaan muutettua. Maataloudessa suorakylvön suosiminen vähentää maaperän muokkausta. Kaiken kaikkiaan maaperän rikkoutumista tulisi välttää mahdollisuuksien mukaan, koska muokatusta maasta huuhtouma on suurinta. Ylipäänsä maatalouden vesiensuojelun kannalta ratkaisevimmat ehkäisytoimenpiteet tehdään peltoviljelyn tuotantomenetelmiä kehittämällä (Mattila 2005).

Kuormitusta ehkäisevien toimenpiteiden käytännön toteutus jää maataloudessa viljelijälle tai metsätaloudessa metsäkoneen käyttäjälle. Heidän riittävää tieto- ja koulutustasoa tulee tukea, että toimenpiteet toteutetaan käytännössä oikealla tavalla. Vesiensuojelumenetelmiä sovellettaessa viljelijän ja yhtäläillä metsäkoneen käyttäjän sekä metsäsuunnittelijan osaamisella on suuri merkitys, jotta tarvittavat ympäristötekijät on otettu huomioon ja mitoitettu oikein. Esimerkiksi peltoalaan näh-

den liian pieneksi mitoitettu kosteikko ei vähennä kuormitusta, vaan voi jopa lisätä sitä tiettyjen ravinteiden osalta. Maatalouden vesiensuojelukosteikkojen ja suojavyöhykkeiden rakentamisesta on nykyisin hyvät ohjeet, jotka neuvovat miten kosteikkoja rakennetaan ja mitä niiden rakentamisessa ja käytössä tulee ottaa huomioon (Karhunen 2007, Puustinen ym. 2007).

Metsätaloudessa vesiensuojeluohjeita pitäisi noudattaa laajemmin ja tarkemmin. Lisäksi pitäisi etsiä parempia ja tehokkaampia toimenpiteitä vesistöhaittojen vähentämiseksi. Metsätaloudessa ohjeistusta kaivattaisiin lisää, vaikka edellä mainittuja maatalouden vesiensuojeluohjeita voidaan soveltaen hyödyntää myös metsätalousvaltaisilla valuma-alueilla.

Kuormitusarvioinnin toteuttamisessa ongelmia aiheutti tietojen saanti ja vertailtavuus. Selvitysalueen eri ympäristötietoja saatiin koottua monipuolisesti ja yhteistyö yhteistyötahojen kanssa oli moitteetonta. Osaa tiedoista ei ollut saatavilla paikkatietona, minkä vuoksi tiedot täytyi muokata ja siirtää paikkatiedoksi ennen niiden analysoimista. Tämän toteuttaminen onnistui hankkeessa ilman suurempia ongelmia, mutta se kulutti vähäisiä resursseja. Jatkossa olisikin hyvä tukea eri organisaatioiden paikkatietoistumista ja eri tietokantojen yhteensopivuutta.

Kuormitusarvioinnissa tulisi pyrkiä valuma-aluekohtaiseen tarkasteluun, mikä onnistuikin monien ympäristötekijöiden osalta. Kuitenkin esimerkiksi pellonkäyttö- ja eläintiedot olivat kunta-kohtaisia tietoja, koska TIKE:n tietokannassa ei ole erikseen jaoteltu tietoja valuma-alueittain. Kunta- ja valuma-aluekohtaisia tietoja on vaikea vertailla keskenään. Vaikka eri tason tietojen vertailu aiheutti epätarkkuuksia arviointiin, niin tiedot pyrittiin yhdistämään mahdollisimman hyvin ja luotettavasti epätarkkuuden minimoimiseksi.

Rehevöitymisriskialueiden tunnistaminen

Rehevyy- ja kuormitusriski-arvioinnin toteuttaminen

Riskialueiden tunnistamiseen pyrittiin, jotta vesiensuojelun resurssit voidaan kohdentaa oikeille alueille parhaan mahdollisen hyödyn saamiseksi. Selkämerellä riskiluokitus tarkoitti rehevöitymisriskiä ja valuma-alueilla kuormitusriskiä. Selkämeren rannikon ja valuma-alueiden riskiarviointi toteutettiin yhdistelemällä saatuja tuloksia. Riskiarvioinnin tarkoitus oli tunnistaa riskialttiit alueet, joille hoitotoimenpiteet voidaan kohdistaa. Riskialueiden tunnistamisessa yhdistetään kattavasti useita vesiympäristön tilaan vaikuttavia aineistoja, jotta arviointi olisi mahdollisimman monipuolinen ja laaja-alainen. Riskiarviointi toteutettiin erikseen Selkämerellä ja Satakunnan valuma-alueilla. Selkämeren ranta-alueiden riskiarviointi ilmentää sitä, mikä on alueiden nykyinen rehevöitymisriskitila. Yhtälailla Satakunnan vesistöalueilla riskiarviointi tunnistaa kuormitukselle riskialttiit alueet.

Rannikolla riskiarviointi perustui vedenlaatu-näytteisiin ja kasvillisuuden esiintymiseen, jotka pisteytettiin, laskettiin yhteen ja jaettiin pisteytyskertojen määrällä. Näin saatiin yksi riskiarvo, joka ilmentää riskikohdetta laaja-alaisesti. Vedenlaatu-tulokset (kokonaisfosforipitoisuuden mukainen rehevyyssuokka ja a-klorofyllipitoisuuden mukainen rehevyyssuokka) pisteytettiin niiden tilan mukaan siten, että karun luokan saaneet pisteytettiin arvolla 1, lievästi rehevän arvolla 3 ja rehevän arvolla 5. Kasvillisuuden rehevöityminen pisteytettiin siten, että rehevöityneet alueet saivat arvon 5, umpeenkasvaneet ja mataloituneet alueet 3 ja luonnollinen kasvillisuus 1. Kasvillisuuden riskipisteet annettiin vesinäytepisteiden alueella olleen kasvillisuuden esiintymisen mukaan. Kuitenkin ainoastaan rannikon läheisille näyteenottopisteille annettiin riskipisteytys, joten kasvillisuuden riskipisteitä eivät saaneet näytepisteet 7, 8, 12, 21, 22, 25, 31 ja 37. Kasvillisuuden esiintymisen ja vedenlaadun luokka-arvot laskettiin yhteen ja jaettiin kolmella. Kun

kasvillisuuden riskipisteitä ei annettu uloimmille näytepisteille, niin näiden paikkojen yhteenlasketut pisteet jaettiin kahdella. Näin muodostui Selkämeren riskiarviointi.

Valuma-alueiden riskiarviointi toteutettiin yhdistämällä kuusi erilaista aineistoa: VEPS:n kuormitusarviointi pinta-alaa kohden (erikseen kokonaisfosfori ja -typpi), peltoalan osuus, savi- ja silttimaiden osuus, peltojen keskimääräinen kaltevuus ja ojituksien osuudet. Nämä aineistot pisteytettiin siten, että suurimman pitoisuuden tai prosenttiosuuden luokat saivat arvon 5 ja alimman arvon 1. Lopuksi kokonaispistemäärä jaettiin kuudella. Saatu arvo edusti valuma-alueen kuormitusriskiluokkaa.

Rehevyy- ja kuormitusriski-alueet

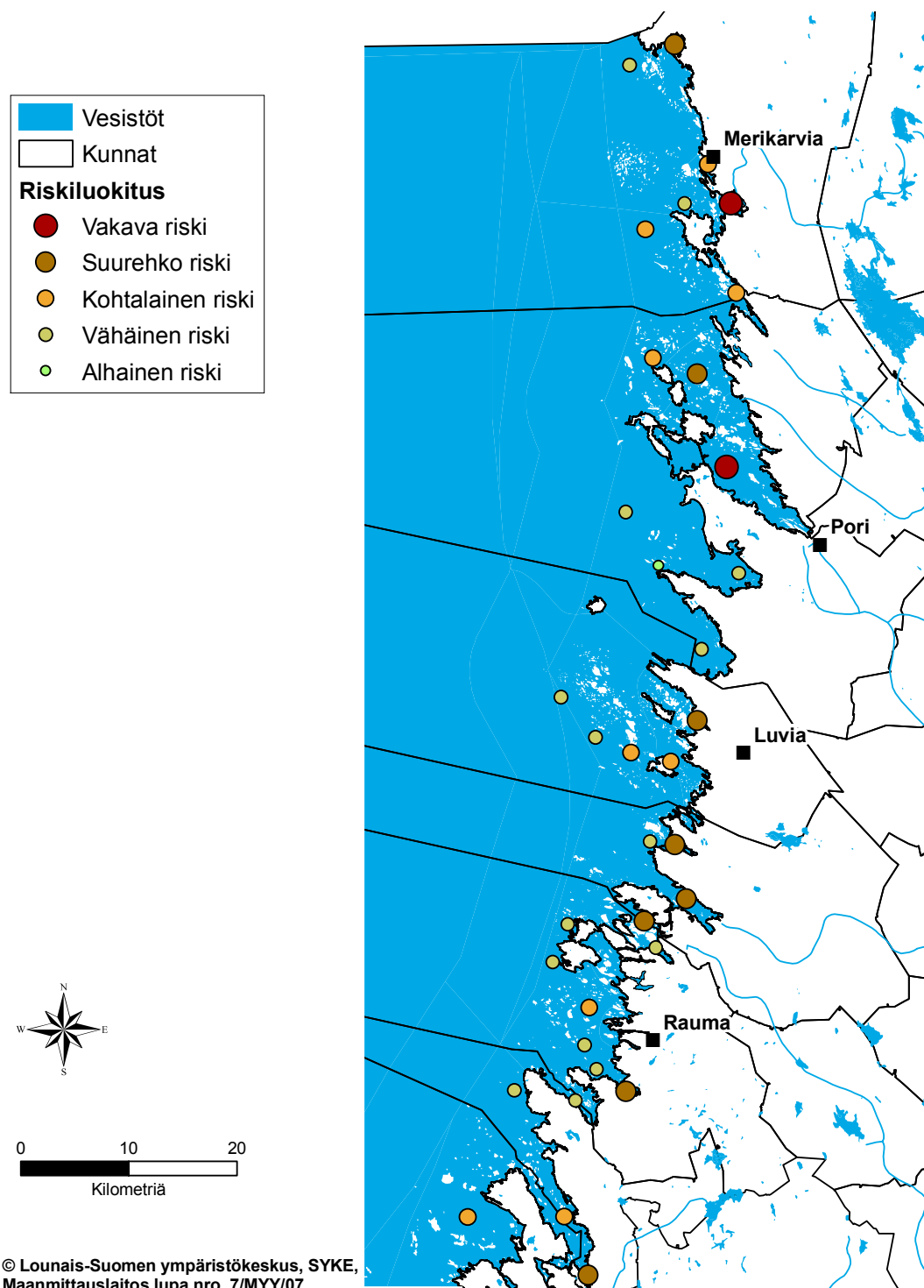
Selkämerellä esille nousee kaksi vakavan rehevöitymisriskin aluetta: Peipunlahden, Pooskerinlahden ja Killeskerinlahden välinen merialue ja Pihlavanlahti (kuva 45). Niillä kaikki kriteerit ilmentävät vakavaa ympäristön tilan muutosta. Suurehkon riskin alueita on Pieskerinlahdella, Ahlaisten saaristossa, Luvian edustalla Verkkorannassa, Kuivalahdensalmen perukassa, Eurajoensalmessa, Olkiluodonvedellä, Unajanlahdella ja Mannerveden perukassa. Vaikka kriteereitä on riskiarvioinnissa vähän, mikä voi vääristää tuloksia, niin nämä alueet ovat riskialttiita lähinnä ominaisluonteenpiirteidensä vuoksi. Niihin tulee ravinnekuormitusta mantee-reelta ja ne ovat melko sulkeutuneita alueita, joten veden vaihtuminen on niissä hidasta. Ravinteiden lisäksi myös kiintoainetta kulkeutuu sisämaasta muuttaen merenpohjan koostumusta ja ravinnetaloutta. Ravinteet voivat kertyä alueille, mikä voi aiheuttaa rehevöitymistä. Nykyisinkin kasvillisuuden esiintyminen on niillä melko runsasta. Toisaalta ainakin Pihlavanlahti on todennäköisesti aina ollut rehevä. Siinä tapauksessa suurta muutosta

rehevyytasossa ei ole tapahtunut. Voidaankin perustellusti kysyä, onko kyseessä riskialue, jos rehevyys on luontaisella tasolla eikä merkittäviä muutoksia ole tapahtunut. Sama voi koskea myös muita kohonneen rehevyyseriskin merialueita. Ainakin Natura-alueilla suojeluperusteisiin liittyvä rehevyys on hyväksyttävää.

Kohtalaisen riskin merialueita on myös useita. Niiden sijainnilla ei ole mitään yhteistä, vaikka harva on uloimmalla merialueella. Ainoa alhaisen riskin alue sijaitsee Preiviikinlahden ja Viasvedenlahden välissä Kuuminaistenniemen kärjessä. Vaikka riskiluokituksen asteikko ja kriteerit ovat osin puutteellisia, niin riskiluokitus tuo selvästi esille riskialttiit alueet, joihin kannattaa kiinnittää tulevaisuudessa huomiota.

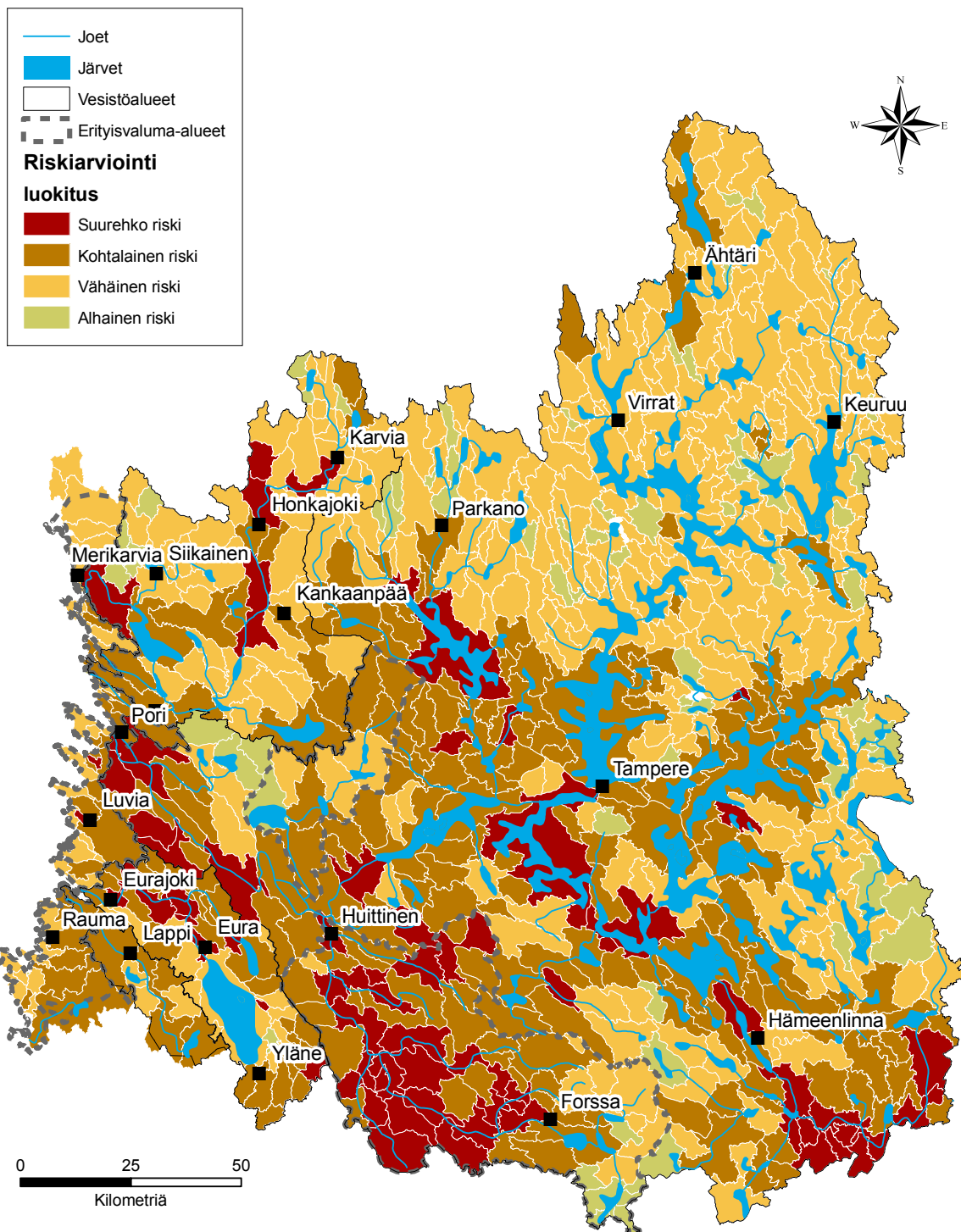
Vakavan riskitason osavaluma-alueita ei ole selvitysalueella (kuva 46). Sen sijaan suurehkon riskin osavaluma-alueita havaitaan useita. Tampereen Pyhäjärven ja sen reittivesistön Vanajaveden osavaluma-alueet, Kokemäenjoen alajuoksun varren osavaluma-alueet ja useat Loimijoen osavaluma-alueet sekä yksittäiset Karvianjoen vesistön osavaluma-alueet ovat suurehkon riskitason alueita. Syyt suurehkoon riskiluokitukseen eivät juuri vaihtelee alueittain. Kaikilla osavaluma-alueilla riskiluokituksen aineistojen arvot ovat vähintään korkeahkot. Erityisvaluma-alueista Loimijoen valuma-alue on kokonaisuudessaan riskialtis alue. Kauvatsanjoen valuma-alueella riskiluokitukset ovat alhaisemmat, vaikka kohtalaisen riskin osavaluma-alueet ovatkin enemmistössä. Rannikon välialueiden osavaluma-alueilla riskitaso vaihtelee merkittävästi. Riskitaso on koholla muutamilla pienillä osavaluma-alueilla Luvialla. Kohtalaisen riskin osavaluma-alueita on selvitysalueen sekä pohjois- että eteläosissa.

Selkämeren rehevyyseriskiluokitus



Kuva 45. Rehevöitymisriskin merialueet Selkämerellä.

Osavaluma-alueiden kuormitusriskiluokitus



© Lounais-Suomen ympäristökeskus, SYKE (osittain © MMM, MML, VRK), Geologian tutkimuskeskus, ESRI

Kuva 46. Kuormitusriskin osavaluma-alueet selvitysalueella.

Selkämeren tulevaisuuden näkymiä

Selkämerellä yksinkertainen riskiarviointi toi hyvin esille ne merialueet, jotka ovat jo rehevöityneet tai ovat vaarassa rehevöityä. Selkämeren pohjan ei pitäisi olla altis rehevöitymiselle, koska saaristo on kapea ja pohja syvenee tasaisesti (Kivipelto 2006). Kuitenkin Pihlavanlahti ja Peipunlahden, Pooskerinlahden ja Killeskerinlahden välinen merialue ovat voimakkaan rehevöitymisen alaisia alueita. Toisaalta ainakin Pihlavanlahti on todennäköisesti aina ollut rehevä, joten sen rehevyytaso ei välttämättä ole muuttunut radikaalisti. Peipunlahden, Pooskerinlahden ja Killeskerin väliselle merialueelle on tyypillistä, että Merikarvianjoki tuo ravinteikasta vettä valuma-alueilta lisäten alueen ravinnepitoisuutta. Lisäksi suojaisassa lahdelta vesi vaihtuu huonosti, joten ravinteet kertyvät samalle pienelle alueelle eivätkä ne pääse sekoittumaan karumpaan meriveteen. Joen tuoma kiintoaine muuttaa paikoin lahden pohjan olosuhteita, jotka voivat muuttua kasvillisuudelle otollisimmiksi, jolloin vesikasvillisuuden runsaus lisääntyy entisestään. Pihlavanlahti on jo pitkään ollut rehevöitynyt Kokemäenjoen tuodessa laajan vesistöalueen kuormituksen suojaisaan lahteen. Vaikka virtaama lahdessa on suuri, jolloin vesi purkautuu pohjoisemmaksi sekoittuen viimeistään Ahlaisten saariston jälkeen meriveteen, niin ravinnekuormitus on niin valtaisa, että ekosysteemi ei pysty hyödyntämään ravinteita. Tämän seurauksena ravinteet kerääntyvät sedimenttiin ja kasvillisuuteen kiihdyttäen edelleen rehevöitymiskehitystä. Ihmisen näkökulmasta katsoen Pihlavanlahden tilanne on mennyt erittäin vaikeaksi ja rehevöitymiskehityksen pelkkä pysäyttäminen vaatii suuria ponnisteluja, jotka liittyvät hajakuormituksen vähentämiseen.

Muut silmälläpidettävät alueet ovat myös pääosin lahtia, joihin useimpiin joki tuo lisäravinteita maalta. Pieskerinlahti, Verkkoranta, Kuivalahdensalmi, Eurajoensalmi, Olkiluodonvesi, Unajanlahti ja Mannerveden perukka ovat rehevöitymässä parhaillaan. Näiden merialueiden veden ravinnepitoisuus on rehevöitymistä suosiva ja vesikasvil-

lisuus jo hyödyntää kohonneita ravinnepitoisuuksia. Kaikkien edellä mainittujen merialueiden läheisyydessä on joki tai puro, joka tuo ravinteita ja kiintoainetta valuma-alueilta. Vaikka osa näistä merenlahdista voi olla luontaisesti reheviä ja niillä on luultavasti aina esiintynyt runsaasti vesikasvillisuutta, niin toimiin rehevyytason voimistumisen estämiseksi tulee ryhtyä. Pieskerinlahdella Kasalanjoki, Verkkorannassa Sassilanjuopa, Kuivalahdensalmessa Lammaskoskenoja, Eurajoensalmessa Eurajoki, Olkiluodonvedessä Lapinjoki, Unajanlahdessa Unajanjoki ja Mannervedellä Ihodenjoki kuormittavat suojaisia merialueita entisestään. Koska merialueet ovat suojassa, niin ravinteikas vesi ei pääse sekoittumaan ravinneköyhempään, joten ravinteita kerääntyy vesiin. Lisäksi suojaisuus edesauttaa vesikasvillisuuden ja kasviplanktonin kasvuedellytyksiä. Nämä merialueet ovat seuraavia voimakkaan rehevöitymisen alueita, mikäli valuma-alueiden hajakuormitusta ei saada kuriin. Se on ainoa kestävä keino pitkällä aikavälillä. Rehevöitynyttä kasvillisuutta voidaan poistaa merestä, mutta se kasvaa ennen pitkää takaisin, jos ympäristöolosuhteita ei muuteta kasvulle epäsuotuisiksi.

Selkämeren tilaan vaikuttaa vesistöalueilta tulevan kuormituksen lisäksi myös merivirtojen tuoma kuormitus Saaristomereltä. Helmisen ym. (1998) virtausmallien mukaan Saaristomereltä kulkeutuu Selkämerelle 5 200 000 kg typpeä ja 900 000 kg fosforia vuodessa. Myös kokonaisfosforipitoisuuksien pitkäaikaisien muutoksien mukaan merivirtojen tuomalla ravinteilla on merkitystä Selkämerellä (Koivunen ym. 2007). Tarkasteltaessa erityisesti selvitysalueen eteläosaa, Pyhämaan ja Rauman rannikkoa, niin vedenlaatutulokset ilmentävät jopa uloimmalla merialueella ainakin osin kohonnutta ravinnetasoa. Selvityksen kokonaisfosforipitoisuuksien mallinnuksessa oli havaittavissa, että merivirtojen tuomien ravinteiden vaikutus ulottui aina Luvian saariston eteläosiin saakka.

Tulosten perusteella valuma-alueilta tulevilla kuormituksella on suuri merkitys Selkämeren tilaan. Kuitenkin Helsinki Komission toimintasuunnitelmassa ei aseteta vähentämistarpeita Selkämeren ravinnekuormitukselle (Helcom 2007). Erityisesti selvitysalueen pohjoisosissa Kokemäenjoen pohjoispuolella merivirtojen tuomien ravinteiden taso on alhaisempi kuin valuma-alueilta tulevan kuormituksen. Myös selvitysalueen merenlahdissa valuma-alueilta tuleva kuormitus voimistaa veden ravinnepitoisuutta merivirtojen tuomaa kuormitusta enemmän. Kuitenkin useimmissa lahdissa veden heikko vaihtuvuus on todennäköisesti tärkeämpi syy ravinnepitoisuuksiin kuin kuormitus. Veden vaihtuvuuteen vaikuttavat yleensä veden korkeuden vaihtelu, merivirtaukset, tuuliolosuhteet, veden syvyys, alueen suojaisuus, vesikasvillisuuden runsaus ja vaihtuvuutta estävät rakenteet. Merivirroista tarvitaan enemmän tutkimusta, jotta virtauksien suunnat saadaan yksityiskohtaisesti selville ja niiden vaikutukset Selkämeren ravinnetalouteen saadaan tarkemmin selville. Tämä antaisi tietoa siitä, johtuuko ravinnepitoisuuksien keskimääräinen kasvu merivirtojen tuomasta ravinnepitoisesta vedestä, valuma-alueiden kuormituksen kasvusta vai jopa sisäisestä kuormituksesta. Sisäisen kuormituksen riski kasvaa, kun ravinteita kertyy suojaisiin vesiin.

Selkämeren tilan kannalta on huolestuttavaa, että useat riskivaluma-alueet sijaitsevat lähellä rannikkoa. Sedimentaatio ja ravinteiden kertyminen vesisysteemin varrella oleviin järviin vähentää mereen saakka kulkeutuvan ravinnekuormituksen määrää. Kun riskivaluma-alueet ovat Kokemäenjoen vesistön alaosissa ja Eurajoen vesistön alaosissa, niin ravinteista suhteessa pienempi osa jää vesisysteemin varrelle kuin päätyy Selkämereen. Lisäksi Loimijoen valuma-alueen kuormitus kulkeutuu suurta ja nopeavirtauksista Kokemäenjokea pitkin, jossa sedimentaatio on oletettavasti pientä ennen sen mereen päättymistä. Merikarvianjoki virtaa alajuoksullaan juuri Merikarvianjoen alaosan osavaluma-alueen (36.011) läpi, jolla kuormitus on suurta. Täten Peipunlahden, Pooskerinlahden ja Killeskerinlahden välisen merialueen tila näyttää synkältä.

Valuma-alueiden ravinnekuormituksen vähentämiseksi painopiste tulisi kohdistaa näille riskialueille. Oikeastaan osavaluma-alueita, joilla sijaitsee kaupunkien jätevesipuhdistamoja (Tampereen Pyhäjärven, Porin ja Hämeenlinnan Mervenselän osavaluma-alueet), lukuun ottamatta kuormituspainelähteenä ovat maatalouden toiminnot. Karvianjoen vesistön latvaosissa on myös turvetuotannon ja kaupallisen kasvihuoneen piste-kuormituksilla sekä metsätalouden hajakuormi-

tuksella merkitystä kokonaiskuormitukseen. Piste-kuormitusten vähentäminen on helpompaa kuin hajakuormituksen, joka muodostuu hajanaisesti useilla pienillä kohteilla. Vedenpuhdistamoiden kuormituksen voidaan ajatella vähenevän tyyppipoistodirektiivin myötä. Muun muassa Raumalla jätevesien yhteispuhdistus poistaa leville välittömästi käyttökelpoisen tyyppien. Yhtäläillä yksittäisten turvetuotanto- ja teollisuusyksiköiden kuormituksia voidaan vähentää lupamenettelyn kautta. Sen sijaan hajakuormituksen vähentämiseksi eri toimenpiteitä tulee käyttää samanaikaisesti. Kulkeutuminen alueelle tulee valita oikeanlaiset menetelmät tapauskohtaisesti.

Lounais-Suomessa on tehty runsaasti maatalousalueiden kosteikko- ja suojavyöhykesuunnitelmia. Tällä hetkellä kosteikko- tai suojavyöhykesuunnitelmia on tehty Jämijärvelle (Jaakkola 2000), Niinijolle (Jaakkola 2001), Säkylän Pyhäjärven osavaluma-alueelle (Reko 2001), Loimijoen alaosalalle ja Palojoelle (Suojanen & Karhunen 2001), Kauvatsanjoelle (Salmela & Karhunen 2001), Karvianjoen yläosalalle (Ihalainen 2001), Kiikojärvelle (Leppänen 2003) ja Köyliönjärven osavaluma-alueelle (Reko 2002). Monet suunnitelmista koskevat pelkästään suojavyöhykkeitä, mutta jo asianmukaiset suojavyöhykkeet vähentävät rehevöittävää kuormitusta. Suunnitelmien tulee katata tulevaisuudessa ainakin riskivaluma-alueet. Erittäin tärkeää on, että nämä suunnitelmat pannaan täytäntöön mahdollisimman suurilta osin. Ympäristökeskus antaa neuvontaa maatalouden erityistukien hakemisesta kosteikkoja ja suojavyöhykkeitä varten. Lisäksi kosteikko-oppaat auttavat niiden rakentamisessa (Karhunen 2007, Puustinen ym. 2007). Uusimmat julkaisut löytyvät ympäristöhallinnon verkkosivuilta.

Suomen maatalouden nykyinen kehityssuuntaus toisaalta tukee toisaalta heikentää maatalouden vesiensuojelua. Maatalouden rakennemuutoksen myötä tilakoot kasvavat Suomessa entisestään, noin 1 ha/vuodessa. Yhtäläillä tilojen määrä vähenee noin 3-10 % vuodessa. Tilojen keskikoon kasvusta huolimatta tilarakenne painottuu edelleen suhteellisen pieniin tiloihin. Suuret, yli sadan hehtaarin tilat edustivat noin 3 % tiloista vuonna 2003. Niiden osuus pinta-alasta oli sen sijaan yli 10 % kokonaispeltoalasta. Keskimääräinen koko kasvaa trendin mukaan noin 44 hehtaariin tilaa kohden vuoteen 2013 mennessä. Sen sijaan huomattava osa luopuvista tuotantoeläintiloista jatkaa kasvinviljelyä, joten viljatilojen lukumäärässä ei tapahtune jatkossakaan suuria muutoksia (Lehtonen & Pyykkönen 2005).

Muita laajoja muutoksia ovat kesantovelvoitteen poistuminen, mikä vähentää kesantojen aloja

ja lisännee intensiivisen viljelyn aloja samassa suhteessa. Toisaalta peltojen talviaikainen kasvipeitteisyys on 50 prosentin luokkaa, mikä ehkäisee talven ja erityisesti kevään aikaisia ravinnehuuhtoumia. Sokerijuurikkaan tuotanto vähenee entisestään ja se keskittyy todennäköisesti Satakuntaan Säkylän tehtaan läheisyyteen. Peltoviljelyssä viljelyala on kasvanut noin 4 % viimeisen 15 vuoden aikana. Lisäksi uusia pelloja on raivattu jonkin verran. Eri viljelykasveista kevätvehnän viljely on kasvanut koko maassa eniten, yli 50 % 225 000 hehtaariin (Vainio-Mattila ym. 2005). Selvitysalueen erityisvaluma-alueiden kunnissa kevätviljojen osuus oli 45 %. Syysviljan peltola tulee laskemaan entisestään, koska ympäristötuessa sitä ei enää voi laskea kasvipeitteeseen. Lisäksi rukiin alhainen hinta ei kannusta syysrukiin viljelyyn, mutta toisaalta hinnanvaihtelua tapahtuu jatkuvasti. Jos syysviljojen viljely vähenee ja viljan viljely voimistuu sen korkean hinnan vuoksi, niin painopiste on kevätviljoissa. Toisaalta syysviljojen viljelyalat voivat kasvaakin, jos poistuvat kesanto- ja nurmialat otetaan tuotantoon ja uusia syyslajikkeita tulee markkinoille. Sekä peltoviljelyssä että eläintuotannossa maatalous näyttää selvästi keskittyvän niille alueille, joilla asianomaista tuotantoa on jo ennestään runsaasti. Tämä tarkoittaa yhtälailla tietyn tuotantosuunnan aiheuttaman vesistökuormituksen alueellista keskittymistä (Pyykkönen 2001). Maatalouden ympäristötuella perustettujen viljelemättömien peltomaiden määrät ovat kasvaneet.

Eläintuotannossa maidontuotanto vähenee, mikä myös pienentää nurmialan tarvetta. Kulutustotumusten kautta siipikarjatuotanto on kasvussa kuten myös kalan kysyntä, mikä voi puolestaan aiheuttaa lievää naudan- ja sianlihan kysynnän laskua ja tuotannon supistumisia. Toisaalta ulkomaisen naudanlihan ajoittaiset tuontikiellot nostanevat kotimaisen naudanlihan tuotantoa ainakin väliaikaisesti. Myös lihan vienti voi hidastaa tuotannon vähenemistä. Eläintuotannon vesiensuojelutyössä on edistytty peltoviljelyä paremmin, kun suorat valumat lantaloista on saatu pääsääntöisesti loppumaan. Toisaalta karjanlannan käyttö lannoitteena voi lisätä erityisesti typpikuormitusta, jos lannan levityksessä ei noudateta ohjeita. Lannan käytön ongelma on juuri sen levitys, jonka ajankohtaan, määrään ja tarkkuuteen tulee kiinnittää huomiota. Lannoitusmääriä pyritään vähentämään yksityiskohtaisten maaperäanalyysien avulla ja lannoitustarkkuutta parannetaan uusien tekniikoiden avulla.

Mietittäessä maatalouden kehitystrendien vaikutuksia vesiensuojeluun, niin tilakokojen kasvu ja tuotannon keskittyminen lisää maatalouden paikallista ravinnekuormitusriskiä. Lisäksi viljely-

pinta-alojen kasvu voi entisestään voimistaa myös kokonaiskuormitusta. Toisaalta keskittyminen mahdollistaa vesiensuojelumenetelmien tehokamman hyödyntämisen, kun kuormituksesta tulee pistemäisempää. Selvitysalueella erityistä painoarvoa tulee suunnata Loimijoen valuma-alueelle ja Kokemäenjoen alajuoksun osavaluma-alueille, jotka ovat alttiita lisääntyvälle maatalouden vesistökuormitukselle. Kun vielä kasvava siipikarjatuotanto on keskittynyt Satakunnan eteläosiin muun muassa Loimijoen valuma-alueelle, niin vesiensuojelutoimien tehostamistarve alueella on ilmeinen. Selvitysalueen pohjoisosissa rehevöittävä kuormitus voi vähentyä, koska lypsylehmätilojen määrän aleneminen laskee lantakuormituksen päästövaikutukset. Karjavaltaisissa kunnissa typpikuormitus voi kasvaa lannanlevityksen vuoksi. Selvitysalueella tällaisia kuntia ovat Hämeenkyrö, Kalvola, Karkkila, Loppi, Merikarvia ja Mouhijärvi.

Maatalouden ympäristötuen toimia on tarpeen kohdentaa nykyistä paremmin vesiensuojelun ongelma-alueille, mikä tuodaan esille uudessa Maaseudun kehittämissuunnitelmassakin (Maa- ja metsätalousministeriö 2007a). Ympäristötuella peltoviljelyn ravinnepäästöjä pienennetään eroosiota vähentävillä toimilla ja viljelytapoja kehittämällä. Lannoitteiden käyttöä vähennetään ja tarkennetaan erityisesti pelloilla, joiden ravinnetaso on korkea. Viljelyalueiden kasvipeitteisyyttä sekä suojavyöhykkeiden ja kosteikkojen määrää lisätään kohdentetusti. Edistetään karjanlannan hyötykäyttöä ja selvitetään lannan varastoinnin ja käsittelyn parantamista. Hyviä käytäntöjä edistävää koulutusta ja neuvontaa jatketaan ja kehitetään. Olemassa olevien keinojen soveltamiseen ja kohdentamiseen liittyviä tarpeita sekä uusia ohjauskeinoja tulee tarkemmin selvittää, jotta ne voisivat täydentää ympäristötuen vesiensuojelukäytäntöjä.

Lounais-Suomessa puun käyttö on suurempaa kuin mitä alueella metsää nykyisin hakataan. Uudessa metsäohjelmassa hakkuita pyritään lisäämään 12 % verrattuna vuosien 2000-2004 toteutuneisiin hakkuisiin. Kokonaishakkuutavoite on 5 miljoonaa mottia/vuosi. Yhtälailla kunnostusojitukseen tavoitellaan kolmanneksen lisäystä viime vuosiin verrattuna, yhteensä 5500 ha/v (Nummi & Heikkilä 2006). Osasyynä on suometsien käyttöasteen nostaminen. Myös Pirkanmaan metsäohjelmassa hakkuita tullaan lisäämään noin 16 % kokonaishakkuutavoitteen ollessa 4,8 miljoonaa m³. Sen sijaan kunnostusojitusosuus ei tule kasvamaan nykyisestä, vaan se pystyy 3000 ha/v. Lisäksi metsälain uudistus mahdollistaa uudistushakkuiden lisääntymisen, koska metsän uudistusikä laski. Nämä muutokset tulevat lisäämään Karvianjoen vesistön ja Kokemäenjoen vesistön latvaosava-



Kuva 47. Selkämeren tyrskyt. Kuva: Hanna Virtanen/SATAVESI

luma-alueiden kuormitusta. Asianmukaisten vesiensuojelumenetelmien hyödyntäminen tulee olemaan ratkaisevassa osassa, jotta kokonaiskuormitus ei tule kasvamaan.

Metsätalouden rehevöittävä kuormitusta voidaan parhaiten vähentää metsäsertifioinnin, lain kestävän metsätalouden rahoituksesta (KEMERA) ja mahdollisesti metsäverotuksen avulla. Metsäsertifioinnissa ja KEMERA-laissa vesiensuojelua toteutetaan suojavyöhykkeillä ja esimerkiksi kosteikkoja perustamalla. Metsäsertifioinnin piiriin kuuluvat lähes kaikki Suomen talousmetsät, joten sertifioinnin avulla voidaan edistää tehokkaastikin vesiensuojelua. Suojavyöhykkeet kuuluvat merkittävimpänä toimenpiteenä sertifiointiin.

KEMERA-laki toimii taloudellisena ohjauskeinona vapaaehtoisuutensa vuoksi. KEMERA-laissa tuetaan erilaisia laajemman merkityksen vesiensuojeluhankkeita, kuten kosteikkojen perustamista. Toisaalta KEMERA-laki myös heikentää vesien tilaa tukemalla muun muassa kunnostusajituksia. Vesiensuojelunäkökulmaa voitaisiin entisestään painottaa KEMERA-laissa. Myös uudella metsäverotuksella on mahdollisuudet parantaa vesien

tilaa, koska vesiensuojelumenetelmistä aiheutuneet kustannukset voidaan vähentää verotuksessa. Vuonna 2006 voimaan astuneen verotuksen käyttömahdollisuuksista vesien tilan parantamisessa on vielä vähän kokemuksia.

Ympäristökeskuksien ja metsäkeskuksien yhteistyötä vesiensuojelumenetelmien käyttöönotoksi on syytä tiivistää. Ympäristökeskuksilla on menetelmäosaamista, joka voi usein puuttua metsäsuunnittelijoilta, kun taas metsäkeskuksilla on tietämys metsätalouden asettamista rajoitteista menetelmiä hyödynnettäessä (Rytönen & Ulvi 2006). Näillä toimilla voidaan vähentää kuormitusta metsätalousvaltaisilla valuma-alueilla, kuten Karvianjoen vesistössä. Myös vapaaehtoisen vesiensuojelun mahdollisuuksia vesistökuormituksen vähentämiseksi voidaan harkita, varsinkin kun sen sosio-ekonomiset vaikutukset ovat perinteisiä suojelumenetelmiä alhaisempia (Mäki-Hakola & Toropainen 2005).

Erilaisten vesiensuojelumenetelmien hyödyntäminen on avainasemassa vesistökuormituksen vähentämisessä. Kuitenkin esimerkiksi nykyiset vapaaehtoiset ympäristötukijärjestelmät ja suosi-

tusluontoiset ohjeet eivät ole edistäneet kalliimpien ja harvinaisempien vesiensuojelumenetelmien käyttöönottoa, koska vesilain mukainen lupahakukynnys ylittyy harvoin (Rekolainen ym. 2006). Lisäksi maatalouden hajakuormitusta ei ole saatu vähennettyä toivotussa määrin. Sen vuoksi onkin perusteltua, että myös harvinaisempia menetelmiä sovelletaan, jos niiden kautta kuormitusta saadaan entisestään vähennettyä. Kaiken kaikkiaan maatalouspolitiikan tulisi enemmän tukea ympäristöpolitiikkaa, jotta hajakuormitusta saadaan vähennettyä.

Bioenergian käytön ja ilmastonmuutoksen vaikutukset vesistökuormitukseen

Bioenergialla voi olla merkittävä rooli vesistökuormituksessa tulevaisuudessa, kun sen hyödyntäminen kasvaa nykyisestään. Bioenergiapeltojen lannoitus aiheuttaa vesistöjä rehevöittäviä päästöjä. Lisäksi viljely todennäköisesti köyhdyttää maaperää. Peltobioenergian tuotantovaiheessa ravinnekuormituksen kannalta on merkityksellistä, mitä raaka-ainetta tuotetaan, millaisella pellolla sitä viljellään ja millaisia viljelymenetelmiä käytetään. Bioenergiaksi jalostettava vilja, sokerijuurikas ja öljykasvit eivät sinällään kuormita vesistöjä enempää tai vähempää kuin ruoaksi käytettävä viljakaan. Olennaista on, otetaanko bioenergian tuotantoon uutta peltoalaa nurmiviljelystä tai pysyvältä kesantoalalta, jolloin kuormitus kasvaa merkittävästi. Rehevöittävien päästöjen määrään voidaan lisäksi vaikuttaa viljelymenetelmien ja viljeltävien kasvien valinnoilla. Esimerkiksi soke-rijuurikkaan tuotannossa oleva pelto kuormittaa voimakkaasti vesistöjä, kun pelto jää talven ajaksi ilman kasvipeitettä ja juurikkaan lannoitustasot ovat korkeita. Myös syyskylvöön perustuva kevätiljan viljely kuormittaa voimakkaasti vesistöjä suuren eroosioriskin vuoksi. Suorakylvö minimoi eroosion, jolloin partikkelifosforin ja typen kuormitus alenee (Antikainen ym. 2007).

Sen sijaan ruokohelpi vähentää huuhtoutumia keskimäärin 40 % viljanviljelyyn verrattuna, sen lannoitustarve on alhainen ja kasvi parantaa maan rakennetta. Lisäksi ruokohelven viljelyssä maan tiivistymistä aiheuttava peltoliikenne on vähäistä (Lankoski & Ollikainen 2006). Vesistöjen kannalta parhaassa vaihtoehdossa laajamittainen energia-kasvien peltoviljely (400 000 ha) voi vähentää eroosiota ja ravinnekuormitusta erittäin merkittävästi, jopa 20–25% nykyisestä kuormituksesta. Tämä edellyttää pysyvän kasvipeitteisyyden kaltaista tilannetta pelloilla (ruokohelpi) tai suorakylvön soveltamista viljaetanolin raaka-aineen tuotannossa. Pysyvillä kasvipeitteisillä pelloilla on lisäksi hyvät

ominaisuudet estää kuormituksen kasvua hydrologisesti epäedullisina vuosina (Puustinen ym. 2007). Heikoimmassa skenaariossa energiakasvien viljely lisää huomattavasti nykyistä kuormitusta, jos soke-rijuurikkaan viljelyala merkittävä kasvaa nykyisistä pinta-aloista (Antikainen ym. 2007).

Metsistä halutaan lisätä hakkeen ja kantojen käyttöä. Hakkuutähteiden mukana viedään metsistä pois ravinteita, mikä saattaa aiheuttaa tarpeen lisätä lannoitusta. Toisaalta hakkuualueille jätetyistä hakkuutähteistä huuhtoutuu myös ravinteita. Yhtälailla maan orgaanisen aineksen ja ravinteiden määrä vähenee, kun hakkuutähteet viedään pois. Sama uhka on pelloilla: jos oljet korjataan järjestelmällisesti ja säännöllisesti energiantuotantoon, maaperän tuottokyky alenee. Kantojen noston vesistövaikutuksia pidetään kuitenkin merkittävämpänä erityisesti eroosion ja partikkeleihin sitoutuneen fosforin osalta kuin uudistushakkuun ja oksien ja latvusten poiston. Syinä tähän ovat kantojen korjuun maanmuokkausvaikutus ja toisaalta se, että kannot korjattaessa metsässä joudutaan käymään aiempaa useammin raskailla työkoneilla, mikä lisää erityisesti eroosioriskiä (Antikainen ym. 2007).

Tutkimustietoa bioenergian käytön vesistövaikutuksista on kuitenkin vähän ja bioenergian tuotantoa suunnitellaan laajalti, joten lisää tutkimusta tarvitaan ennen kuin kokonaisvaltaisempia johtopäätöksiä voidaan tehdä. Samoin vesistöriskit tulisi tuntea paremmin ennen kuin tuotanto laajenee entisestään. Esimerkiksi peltobioenergiakasvien viljelyyn suhtaudutaan viljelijöiden keskuudessa positiivisesti ja bioenergiakasvien peltoalat tulevat kasvamaan tulevaisuudessa (Latvala ym. 2007). Esimerkiksi ruokohelven viljelymäärän odotetaan nopeasti kohoavan jopa 90 %, 100 000 hehtaariin (Maa- ja metsätalousministeriö 2007b). Toisaalta metsähaketta, joka koostui 60 % hakkuutähteistä, poltettiin vuonna 2005 yhteensä 3,0 miljoonaa kuutiometriä, mikä on 11 % enemmän edellisvuoteen verrattuna. Uuden kansallisen metsäohjelman tavoite on lisätä metsähakkeen vuotuinen käyttö 8-12 miljoonaan kuutiometriin vuoteen 2015 mennessä (Maa- ja metsätalousministeriö 2008).

Ilmastonmuutoksen mahdolliset vaikutukset vesistökuormitukseen ovat nykyisten tutkimustietojen perusteella pääosin negatiivisia. Sademäärät kasvavat erityisesti talvella ja erilaiset sään ääri-ilmiöt, kuten tulvat, yleistyvät. Toisaalta kesäsateet saattavat vähentyä. Kohoava lämpötila ja lisääntyvät sademäärät voivat muuttaa maaperän ravinnetaloutta ja rakennetta. Lämpötilan ja kosteuden kasvaessa orgaanisen aineksen hajoaminen kiihtyy. Lämpötilan kasvu kiihdyttää perustuotantoa, kuten leväkasvua. Eroosion sekä ravinteiden vapau-

tumisen ja huuhtoutumisen riski kasvaa. Varsinkin Etelä-Suomessa yleisten savimaiden tiivistyminen voi lisääntyä, joka johtaa virtaamien ja ravinteiden huuhtoutumisen kasvuun. Laidunkausi voi pidentyä, mikä saattaisi lisätä rehevöittävää kuormitusta. Nykyistä korkeammat talvilämpötilat voivat vaikuttaa meriveden kerrostuneisuuteen ja virtaamiin (Helcom 2007b).

Sademäärien kasvu lisää virtaamia, minkä johdosta nykyiset vesiensuojelumenetelmät voivat olla riittämättömiä. Esimerkiksi nykyiset 3-5 metrin suojavyöhykkeet eivät todennäköisesti pidättäisi kiintoaine- ja ravinnehuuhtoumia tehokkaasti. Samoin kosteikkojen mitoitus tulisi säätää uudelleen, jotta ne toimisivat asianmukaisella tavalla. Onkin perusteltua, että uusia vesiensuojelu-, maatalous- ja metsätalousteknologioita ja -menetelmiä tuetaan nykyistä voimallisemmin. Esimerkiksi viljelymenetelmien omaksumista sekä maatalouden monipuolistamista on tarpeen tukea. Maatalouden vesistökuormituksen hallitsemiseksi muuttuvissa olosuhteissa tulee vesiensuojelukeinoja arvioida lisääntyneen ravinteiden huuhtoutumisen kannalta (Maa- ja metsätalousministeriö 2007a). Erityisen tärkeää ilmaston muuttuessa on peltojen yleisen kasvukunnon ylläpito, mikä vaikuttaa myös kuormitukseen. Ilmastonmuutoksen negatiivisia vaikutuksia maaperään voidaan pienentää kehittämällä viljelytapoja, esim. ravinteiden huuhtoutumista maaperästä voidaan estää monivuotisten kasvien viljelyllä, peltojen talviaikaisella kasvipeitteisyydellä ja kerääjäkasveilla sekä suojavyöhykkeillä. Maan rakennetta voidaan parantaa kyntämällä oljet maahan ja keventämällä muokkausta ja suorakylvöllä.

Selvitysalueella bioenergiatuotannon kasvun ja ilmastonmuutoksen aiheuttama vesistökuormituksen paine kohdistuu nykyisille maa- ja metsätalouden tehoalueille. Näitä ovat Loimijoen valuma-alue, Kokemäenjoen alajuoksu ja osa Karvianjoen valuma-alueista. Maaperän tiivistymisen ja lisääntyvän ravinnehuuhtouman uhka koskee erityisesti savimaita, jotka sijaitsevat myös Loimijoen valuma-alueella, Eurajoen vesistössä ja Kokemäenjoen alajuoksulla. Bioenergian tuotannossa voidaan ottaa uudelleen käyttöön kesantoja ja muita aktiivisen viljelyn ulkopuolella olevia alueita, mikä mahdollisesti kohdistaisi kuormituspainetta pois nykyisiltä maatalouden tehoalueilta. Metsäbioenergian aiheuttama kuormituspaine kohdistunee tasaisesti metsätalousalueille, mutta pääpaino on intensiivisen metsätalouden valuma-alueilla. Tällaisia osavaluma-alueita on Karvianjoen vesistö-alueella ja Kokemäenjoen latvaosissa.

Selkämeren valuma-alueilla virtaamat tulevat kasvamaan 10-40 % nykyisestä (Helcom 2007b),

mikä lisää Selkämereen kohdistuvaa ravinnekuormitusta erityisesti maatalousalueilta.

Keskeiset päätelmät

Vedenlaadun tulosten perusteella rannikon läheisten merialueiden ravinnepitoisuudet ilmentävät rehevyystason kasvua. Selkämeren pohjoisosissa Kokemäenjoen kuormittava vaikutus näkyi selvästi rannikkovesissä. Kaikki pohjoisosan rannikon läheiset merialueet, kuten Pihlavanlahti, Ahlaisten saaristo, Merikarvian Peipunlahden, Pooskerinlahden ja Killeskerinlahden välinen merialue, Merikarvian Lankoslahti ja Merikarvian Pieskerinlahti, olivat reheviä vesiä. Lisäksi useilla pohjoisosan uloimmilla merialueilla pitoisuudet ilmensivät lievästi rehevää tilaa.

Selkämeren eteläosissa ravinnepitoisuudet heijastivat karua tai lievästi rehevää tasoa. Merenlahdissa, kuten Kuivalahdensalmella, Eurajoensalmella, Olkiluodonvedellä, Rauman Sorkanlahdella ja Rauman Unajanlahdella, erityisesti kokonaisfosforipitoisuudet olivat taustapitoisuuksia korkeammat. Selkämeren rehevimmillä merialueilla keskeisin tekijä voimistuneelle ravinnetasolle oli jokien ja uomien tuoma kiintoaine- ja ravinnekuormitus. Lisäksi erityisesti Selkämeren eteläosissa merivirtojen mukana kulkeutuva ravinteikas pintavesi kohotti ravinnetasoa.

Ilmakuvatulokinnan perusteella luonnontilaista kasvillisuutta esiintyy lähes koko rannikolla. Umpeenkasvua ja mataloitumista ja rehevöitymistä kuvastavat kasvillisuusalueet ovat keskittyneet suojaisiin merenlahtiin. Merialueen pohjoisosissa Kokemäenjoen suisto on voimakkaasti rehevöitynyt, mikä heijastuu myös Ahlaisten saaristoon ilmeten rannikon runsaana kasvillisuutena. Lisäksi Mustalahti ja sen edusta, Keikvedenlahti ja Peipunlahden, Pooskerinlahden ja Killeskerinlahden välinen merialue ovat rehevöityneet. Pieskerinlahdella havaittiin umpeenkasvua. Selkämeren eteläosissa Luvian sisäsaaristossa, Kuivalahdensalmella, Eurajoensalmen perukassa, Olkiluodonvedellä, Sorkanlahdella ja Unajanlahdella havaittiin selvästi rehevöityneitä alueita. Lisäksi Mannerveden perukassa on runsasta kasvillisuutta.

Kasvillisuuskehityksessä on tapahtunut kahdensuuntaisia muutoksia: Toisilla merialueilla kasvillisuus on runsastunut, toisilla vähentynyt. Esimerkiksi Peipunlahden kasvillisuus on runsastunut johtuen todennäköisesti ravinteisuuden kasvusta ja mataloitumisesta. Sen sijaan Ahlaisten saariston Kristiskerinjoen suulla kasvillisuus on vähentynyt, koska osa vesialueesta on umpeenkasvanut maa-alueeksi. Tärkein syy umpeenkasvuun on ollut mataloituminen, mutta myös joen tuomalla kiintoaine- ja ravinnekuormalla on voinut olla vaikutusta. Täten Selkämeren kasvillisuuden runsastuminen on johtunut mataloitumisesta ja rehevyytason voimistumisesta, mutta ensisijainen syy vaihtelee alueittain.

Kuormitusarvioinnin perusteella Kokemäenjoen vesistöalue vastasi lähes 70 % alueen kokonaiskuormituksesta ja siihen kuuluvalla Loimijoen valuma-alueella oli tärkeä rooli kuormituksessa (fosfori 23 % ja typpi 19 %). Karvianjoen vesistöalueen ja rannikon välialueiden valuma-alueiden osuus kuormituksista jäi reilusti alle 10 %. Kokonaiskuormituksessa maatalouden vaikutus oli selvästi merkittävin lähes kaikilla selvitysalueen vesistöalueilla, kun noin puolet kokonaiskuormituksesta oli lähtöisin maataloudesta. Myös luonnonhuhouma oli paikoin merkittävää. Muiden maankäyttömuotojen osuudet olivat selvästi alhaisemmat.

Tarkasteltaessa kuormituksen alueellista jakautumaa 3. jakovaiheen osavaluma-alueittain, niin suurimmat kokonaiskuormitukset olivat keskittyneet pinta-aloiltaan suurimmille osavaluma-alueille Pirkanmaalle. Kun kuormitusarvioita tarkasteltiin pinta-alayksikköä kohti, niin Loimijoen valuma-alue ja Kokemäenjoen, Eurajoen ja Karvianjoen alajuoksujen osavaluma-alueet nousivat esille merkittävinä kuormitusalueina.

Yksityiskohtaisempi kuormitusarviointi tehtiin rannikon välialueiden, Loimijoen ja Kauvatsanjoen valuma-alueiden kunnissa. Yksityiskohtaisemmassa kuormitusarvioinnissa Loimijoen maatalous-

valtaiset kunnat olivat suurimmat kuormittavat alueet sekä peltoviljelyssä että eläintuotannossa. Huittisissa, Loimaalla, Vampulassa, Alastarolla, Pöytyällä, Oripäässä ja Somerolla maatalouden kuormitus oli merkittävintä.

Rehevöitymisen ja kuormituksen riskialueet saatiin yhdistelemällä saatavilla olevia ympäristöaineistoja. Selkämeren rehevöitysriskialueet määritettiin selvityksen vedenlaatu- ja vesikasvillisuustietojen perusteella, kun taas kuormituksen riskivaluma-alueiden rajaamisessa yhdisteltiin maankäyttö- ja kuormitusaineistoja. Selvitysalueen selvimpiä riskialueita ovat rannikon läheiset suojaisat lahdet ja salmet: Pieskerinlahti, Peipunlahden, Pooskerinlahden ja Killeskerinlahden välinen merialue, Keikvedenlahti, Mustalahti, Ahlaisten saaristo, Pihlavanlahti, Luvian sisäsaaristo (erityisesti Verkkoranta), Kuivalahdensalmi, Eurajoensalmi, Olkiluodonvesi, Sorkanlahti ja Unajanlahti. Osa merialueista on luontaisesti reheviä, mutta niiden rehevyystaso tulee nousemaan entisestään.

Kuormituksen suurimmat riskivaluma-alueet ovat keskittyneet Loimijoen valuma-alueelle, Kokemäenjoen ja Eurajoen alajuoksulle sekä yksittäisille osavaluma-alueille Karvianjoen ja Kokemäenjoen vesistöalueilla. Niille on ominaista runsas fosfori- ja typpikuormitus pinta-alaa kohti, merkittävä savi- ja peltomaaosuus sekä laajat ojitukset ja keskimäärin jyrkät peltoalueet. Näille riskivaluma-alueille kohdistuu myös ilmastonmuutoksen ja mahdollisen bioenergian tuotannon aiheuttamat vesistövaikutukset.

Kunnostus- ja hoitotoimenpiteiden kohdealueita voidaan valita valuma-alueiden karttojen osoittamilta paikoilta siten, että keskitytään eniten kuormittaviin valuma-alueisiin tai toisaalta niihin, joihin kohdistuu suurin kuormituspaine, kun alueiden pinta-alojen vaikutukset poistetaan. Meri-alueella voidaan keskittyä jo rehevöityneiden tai rehevyysriskinalaisten alueiden hoitotoimiin.

Sanasto

A-klorofylli: kasvien viherhiukkasessa sijaitseva yhteyttämiseen osallistuva pigmentti, pitoisuutta käytetään vesistön rehevöitymisasteen mittarina.

Ammoniumtyppi: Ammonium on typen epäorgaaninen yhdiste ja vesien tuotannon kannalta keskeinen ravinne. Liukoista ammoniumia päätyy vesiin typpipitoisten orgaanisten aineiden hajoamistuotteena, lannoitteista sekä teollisuuden ja asutuksen jätevesien mukana.

Biomassa: eliön elollisen, orgaanisen aineksen yhteenlaskettu massa kuiva- tai tuorepainona.

Ekosysteemi: eliöyhteisön ja elottoman luonnon yhdessä muodostama toiminnallinen kokonaisuus, esim. meriekosysteemi.

Eroosio: maa- ja kallioperäainesten liikkeellelähtö esim. tuulen tai virtaavan veden vaikutuksesta. Lisää vesistöjen kiintoaine- ja ravinnekuormitusta.

Flada: on merialueesta kuroutumassa olevia tai jo kuroutuneita vesialueita, joiden suulla on erotettavissa kynnykset, jotka rajoittavat veden vaihtumista fladassa.

Fosfaattifosfori: tarkoitetaan liuenneutta epäorgaanista fosforia, joka on pääasiallinen levien käyttämä fosforiyhdiste.

Hajakuormitus: ympäristökuormitus, jonka lähde ei voida tarkasti määrittää. Tulee vesistöihin mm. pelloilta, karja- ja metsätaloudesta sekä haja- ja loma-asutuksesta.

Kasviplankton: vedessä keijuvat yleensä mikroskooppisen pienet levät.

Kiintoaine: vedessä kulkeutuvaa eloperäistä tai mineraaleista koostuvaa ainesta, jonka raekoko on suurempi kuin 0,45 µm. Päätyy jokeen yleensä eroosion ja ilmalaskeuman kautta ja kasaantuu hitaan virtaaman alueille. Aiheuttaa suurina pitoisuuksina veden samentumista ja pohjan lieteyttä sekä vaikuttaa joen toimintaan ja eliöstöön haitallisella tavalla.

Kiintoainekuormitus: liiallisesta kiintoaineesta johtuva vesien tilaa heikentävä tekijä. Muun muassa kalojen kutu ja ruokailu häiriintyy, pohjaeläinten hengityselimet vaurioituvat ja valon määrä vähenee, mikä esimerkiksi hidastaa kasvien ja levien kasvua.

Kokonaiskuormitus: vesistön tilaa heikentävät tekijät yhteenlaskettuna: pistekuormitus (teollisuus, yhdyskunnat, kalankasvatus, turkistarhaus), hajakuormitus (pellot, karjatalous, metsätalous, haja- ja loma-asutus), laskeuma ja luonnonhuuhtouma.

Kokonaisravinne: tarkoitetaan veden sisältämän ravinteen, fosforin tai typen, orgaanisten ja epäorgaanisten muotojen yhteenlaskettua kokonaismäärää.

Kokonaisravinteet: epäorgaaninen osa ravinteista, jotka ovat suoraan eliöiden käytettävissä.

Liukoiset ravinteet: epäorgaaninen osa ravinteista, jotka ovat suoraan eliöiden käytettävissä.

Luonnonhuuhtouma: valuma-alueen kallio- ja maaperästä vesistöön ilman ihmistoiminnan vaikutusta kulkeutuva aines, kuten ravinteet tai kiintoaine.

Makrofyytti: Vesimakrofyytti on vedessä elävä suurikokoinen kasvi.

Nitraattityppi: on typen epäorgaaninen yhdiste ja vesistöjen kannalta keskeinen ravinne. Kohonneet nitraattipitoisuudet viittaavat jätevesipäästöihin, mutta pitoisuudet voivat kohota myös lannoitteiden huuhtoutuessa vesistöihin.

Nitriittityppi: on typen epäorgaaninen yhdiste, jonka pitoisuudet luonnonvesissä ovat hyvin pieniä. Nitriittiä muodostuu typpiyhdisteiden (mm. ammoniumtypen) epätäydellisen hapettumisen seurauksena.

Ominaiskuormitus: tiettyä tuotetta, raaka-ainetta tai toimenpidettä kohti laskettu ympäristökuormitus. Lasketaan jakamalla kuormitus tuotteiden, raaka-aineiden tai toimenpiteiden määrällä, mutta voidaan ilmoittaa myös pinta-alaa kohti, esim. kg/ha/v. Ominaiskuormitusluvut saadaan vähentämällä kokonaiskuormituksesta luonnonhuuhtouma.

Ortografinen ilmakeku: Ortografisissa ilmakekissa maaston aiheuttamat virheet on oikaistu laskennallisista menetelmin. Lopputuloksena syntyy ilmakeku, jossa yhdistyy valokuvan ominaisuudet ja kartan geometrinen laatu.

Perifyton: kiinteään alustaan kiinnittyneet kasvit eli päälyllyskasvusto, esim. pohjan kivillä elävät levät.

pH-arvo: negatiivinen logaritmi vetyionikonsentraatiosta ($-\log[H^+]$). Kuvastaa veden happamoitumisastetta siten, että mitä pienempi pH-arvo on, sitä happamampaa on vesi.

Pistekuormitus: ympäristökuormitus, jonka lähde voidaan tarkasti määrittää. Tulee vesistöihin muun muassa teollisuudesta, yhdyskunnista, kalankasvatuksesta, turvetuotannosta sekä turkistarhauksesta.

Perustuotanto: ekosysteemin vihreiden kasvien tuottama eloperäinen aines.

Rehevöityminen: vesistön kasvaneesta ravinnemäärästä johtuva perustuotannon kasvu. Rehevöityminen ilmenee planktonlevien kiihtyneestä kasvusta johtuvana veden samenessena sekä vesikasvillisuuden lisääntymisenä ja ranta-alueiden rihmalevien liiallisena kasvuna. Vesistön rehevöityminen voi myös johtaa leväkukintojen eli runsaiden leväesiintymien yleistymiseen, talviseen happikatoon ja kalastomuutoksiin.

Sameus: Sameusarvo kuvaa vedessä esiintyvää sameutta. Sameuden aiheuttavat vedessä liettyneinä olevat pienet hiukkaset, kuten esim. saviaines ja levät. Sameuden voimakkuus riippuu liettyneen

aineen pitoisuudesta sekä sen hiukkaskoosta. Sameuden yksikkö on FTU.

Sedimentaatio: sedimentin muodostuminen, lasketaan yleensä punnitsemalla pinta-alayksikköä kohden vajonneen aineksen massa vuorokautta kohti ($\text{mg}/\text{cm}^2/\text{d}$).

Sedimentti: vesistön pohjalle kerrostunut kiintoaine.

Sisäinen kuormitus: vesistöstä itsestään peräisin oleva ravinnekuormitus. Sisäinen kuormitus syntyy etenkin hapen loppuessa pohjalta, jolloin sedimentissä sidoksissa olleet ravinteen palautuvat takaisin kiertoon.

Suojavyöhyke: toimenpidealueen, esim. turvetuotantosuon, ja vesistön välissä oleva ojittamaton alue.

Sähkönjohtokyky: vedessä olevien suolojen määrä, kasvaa elektrolyyttipitoisuuden kasvaessa. Yksikkönä millisiemensia metriä kohti (mS/m) tai mikrosiemensia senttimetriä kohti ($\mu\text{S}/\text{cm}$).

Valuma-alue: alue, jolta joki tai puro saa kaiken sateen kautta tulevan vetensä. Valuma-alue voidaan jakaa kolmeen luokkaan, joista 3. jakovaiheen valuma-alue on tarkin.

Vesistöalue: suurikokoinen valuma-alue, esim. Kokemäenjoen vesistöalue.

Lähteet

- Alahuhta, J., Rintala, J. & Martinmäki, K. 2007. RiverLifeGIS vesiensuojelun tukena. *Vesitalous* 6: 19-23.
- Antikainen, R., Tenhunen, J., Ilomäki, M., Mickwitz, P., Punttila, P., Puustinen, M., Seppälä, J. & Kauppi, L. 2007. Bioenergian uudet haasteet Suomessa ja niiden ympäristönäkökohdat, nykytilakatsaus. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 11. Suomen ympäristökeskus, 98 s.
- Antikainen, S., Joukola, M. ja Vuoristo, H. 2000. Suomen pintavesien laatu 1990-luvun puolivälissä. *Vesitalous* 2/2000.
- Airaksinen, O., A. Kanninen, A. Ustinov & K. Valta-Hulkkonen 2004. Vesikasvillisuus. Teoksessa: Airaksinen, O. (toim.). Vesi-biologiset selvitykset Vuoksen vesistöalueen järvillä, LifeVuoksi-projektin raportti, 8-17. Etelä-Savon ympäristökeskuksen moniste 58. Etelä-Savon ympäristökeskus. Oswald Interkopio Oy, Mikkeli.
- Bilaletdin, Ä., Kaipainen, H. & Frisk, T. 2007. A dynamical nutrient modelling in a large river basin in Finland. Pirkanmaan ympäristökeskus. Käsikirjoitus, 8 s.
- Bruncrona, C. 1994. Uppföljning av näringsämnen i sockerbetsblast. Pro gradu-työ. Maa- ja ympäristökemia, Helsingin yliopisto. 73 s.
- Burrough, P.A. 1987. Spatial aspects of ecological data: 213-251. Jongman, R.H., C.J.F. ter Braak and O.F.R. van Tongeren (toim.): *Data Analysis in Community Ecology*. Pudoc, Wageningen, The Netherlands.
- Bärlund, I. and Tattari, S. 2001. Ranking of parameters on the basis of their contribution to model uncertainty. *Ecological Modelling*, 142: 11-23.
- Eloranta, P. 1978. Light penetration in different types of lakes in Central Finland. *Holarctic Ecology* 1: 362-366.
- Granlund, K., Rekolainen, S., Grönroos, J., Nikander, A. and Laine, Y. 2000. Estimation of the impact of fertilisation rate on nitrate leaching in Finland using a mathematical simulation model. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 80:1-13.
- Grönroos, J., Hietala-Koivu, R., Kuussaari, M., Laitinen, P., Lankoski, J., Lemola, R., Miettinen, A., Perälä, P., Puustinen, M., Schulman, A., Salo, T., Siimes, K. & Turtola, E. 2007. Analyysi maatalouden ympäristötukijärjestelmästä 2000-2007. Suomen ympäristö 19. Suomen ympäristökeskus. 168 s.
- Helcom 2007. HELCOM Baltic Sea Action Plan. HELCOM Ministerial Meeting, Krakow, Poland, 15 November 2007. 101 s.
- Helcom 2007b. Climate Change in the Baltic Sea Area. HELCOM Thematic Assessment in 2007. Baltic Sea Environment Proceedings No. 111. 54 s.
- Hellsten, S., Virtanen, M., Nenonen, O., Kinnunen, K. & Riihimäki, J. 1993. Relative importance of internal sources of phosphorus and organic matter in northern Finnish reservoirs. *Water Science and Technology* 28: 85-94.
- Hellsten, S. 2000. Environmental factors and aquatic macrophytes in the littoral zone of regulated lakes –causes, consequences and possibilities to alleviate harmful effects. Väitöskirja. Acta Univ. Oul. A 348.
- Hinneri S. 1965. Tutkimuksia Sääksmäen Saarioisjärven umpeenkasvusta. *Luonnon tutkija* 69: 64-73.
- Hutchinson, G. E., 1967. *A Treatise on Limnology*. 2.painos. New York. 1-1115 s.
- Ihalainen, E. 2001. Maanviljelysalueiden suojavyöhykkeiden yleissuunnitelma: Karvianjoen yläosa. Lounais-Suomen ympäristökeskuksen moniste 21. Lounais-Suomen ympäristökeskus, 36 s.
- Ilmavirta, V. (toim.) 1990. Järvien kunnostuksen ja hoidon perusteet. Yliopistopaino, Helsinki. 479 s.
- Jaakkola, M. 2000. Maanviljelysalueiden suojavyöhykkeiden yleissuunnitelma: Jämijärven alue. Lounais-Suomen ympäristökeskuksen moniste 5. Lounais-Suomen ympäristökeskus, 32 s.
- Jaakkola, M. 2001. Maanviljelysalueiden suojavyöhykkeiden yleissuunnitelma: Niinijoki. Lounais-Suomen ympäristökeskuksen moniste 5. Lounais-Suomen ympäristökeskus, 32 s.
- Jumppanen, K. 2001. Pyhämaan merialueen tarkkailututkimus, vuosiyhteenveto 2001. Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy. 30 s.
- Karhunen, A. 2007. Maatalousalueiden monivaikutteisten kosteikkojen yleissuunnitteluopas. Lounais-Suomen ympäristökeskuksen raportteja 1. Lounais-Suomen ympäristökeskus, 46 s.
- Kirkkala, T. & Turkki, H. 2005. Rauman ja Eurajoen edustan merialue: 48-65. Teoksessa Sarvala, M. & Sarvala, J. (toim.). Miten voit, Selkämeri? Ympäristön tila Lounais-Suomessa 4. Lounais-Suomen ympäristökeskus. Turku. 144 s.
- Kirkkala, T. & Turkki, H. 2005. Uudenkaupungin ja Pyhämaan edustan merialue: 32-47. Teoksessa Sarvala, M. & Sarvala, J. (toim.). Miten voit, Selkämeri? Ympäristön tila Lounais-Suomessa 4. Lounais-Suomen ympäristökeskus. Turku. 144 s.
- Kivipelto, A. 2006. Sokkeloinen rannikko rehevöityy herkästi. *Tiede & Luonto*, Helsingin Sanomat 13.6.2006.
- Koivunen, S., Nukku, H. & Salokangas, S. 2006. Satakunnan vesistöt: käyttö ja kunnostustarpeet. Pyhäjärvi-instituutin julkaisuja B 12.
- Koivunen, S., Leino, N., Turkki, H. & Kirkkala, T. 2007. Rauman matkailurantojen vesiensuojelu: Vesialueiden tila, ongelmat ja toimenpite-ehdotukset. Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy ja Rauman kaupunki. 83 s.
- Kuosa, H., Arvola, L., Bärlund, I., Ekholm, P., Hietanen, S., Kaipainen, H., Lehtoranta, J., Leivuori, M., Lukkari, K., Pitkänen, H., Rask, M., Tallberg, P. & Tulonen, T. 2006. Itämeren rehevöitymiseen on vaikutettava maalla ja merellä. *Vesitalous* 2/2006: 20-25.
- Kurimo U. 1970. Effect of pollution on the aquatic macroflora of the Varkaus area, Finnish lake district. *Annales Botanici Fennici* 7, 213-254.
- Lampolahti, J. 1997. Uudenkaupungin merialueen kasvillisuuden kehitys 1990-1996. Tutkimusraportteja Kemira Agro Oy:n Uudenkaupungin tehtaille. 30 s.
- Lankoski, J. & Ollikainen, M. 2006. Bioenergy crop production and climate policies: A von Thunen model and case of reed canary grass in Finland. Discussion papers 17. Environmental Economics, Department of Economics and Management, University of Helsinki, 35 s.
- Latvala, T., Järvinen, E. & Silvennoinen, H. 2007. Bioenergiaa pelloilta –Maa- ja metsätilan omistajien halukkuus viljellä peltobio-massaa. Pellervon taloudellisen tutkimuslaitoksen työpapereita 88.
- Lehtonen, H. & Pyykkönen, P. 2005. Maatalouden rakennekehitysnäkömät vuoteen 2013. Pellervon taloudellisen tutkimuslaitoksen työpapereita 78. Pellervon taloudellinen tutkimuslaitos, 54 s.

- Leka, J., Valta-Hulkkonen, K., Kanninen, A., Partanen, S., Hellsten, S., Ustinov, A., Ilvonen, R. & Airaksinen, O. 2003. Vesimäköfytyt järvien ekologisen tilan arvioinnissa ja seurannassa –maastomenetelmien ja ilmakuvatulkinnan käyttökelpoisuuden arviointi Life Vuoksi –projektissa. Alueelliset ympäristöjulkaisut 312. Etelä-Savon ympäristökeskus ja Pohjois-Savon ympäristökeskus. 96 s.
- Leppänen, S. 2003. Maanviljelysalueiden suojavyöhykkeiden yleissuunnitelma Kiikojärvi. Lounais-Suomen ympäristökeskuksen moniste 12. Lounais-Suomen ympäristökeskus, 24 s.
- Maa- ja metsätalousministeriö 2007a. Manner-Suomen maatalouden kehittämisohjelma 2007-2013, 10.8.2007. Maa- ja metsätalousministeriö. 357 s.
- Maa- ja metsätalousministeriö 2007b. Peltobiomassa, liikenteen biopolttoaineet ja biokaasujaosto. Loppuraportti. Työryhmämuistio 2007:2, Helsinki.
- Maa- ja metsätalousministeriö 2008. Kansallinen metsäohjelma 2015: Lisää hyvinvointia monimuotoisista metsistä. Maa- ja metsätalousministeriö 31.1. 2008. 52 s.
- Mattila, H. 2005. Ulkoisen kuormituksen vähentäminen: 137-150. Teoksessa: Ulvi, T. & Lakso, E. (toim.): Järvien kunnostus. Ympäristöopas 114. Suomen ympäristökeskus, 336 s.
- Mattsson, T., Finér, L., Kortelainen, P. & Sallantausta, T. 2003. Brook water quality and background leaching from unmanaged forested catchments in Finland. *Water, Air and Soil Pollution* 147: 275-297
- Miten voit Itämeri 2004. Miten voit Itämeri -Tietoa Itämeren luonnosta, ongelmista ja suojelusta. Ympäristöministeriö, Suomen ympäristökeskus ja Merentutkimuslaitos. 20 s. <<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=13833>>.
- Mäki-Hakola, M. & Toropainen, M. 2005. Metsien suojelun vaikutukset tuotantoon ja työllisyyteen –Alueellinen ja valtakunnallinen panos-tuotossanalyysi. Pellervon taloudellisen tutkimuslaitoksen työpapereita 194. Pellervon taloudellinen tutkimuslaitos, 138 s.
- Nummi, T. & Heikkilä, H. 2006. Lounais-Suomen metsäohjelma 2006-2010. Lounais-Suomen metsäkeskus, 100 s.
- Oravainen, R. 2005. Luvian, Porin ja Merikarvian edustan merialue: 66-87. Teoksessa Sarvala, M. & Sarvala, J. (toim.). Miten voit, Selkämeri? Ympäristön tila Lounais-Suomessa 4. Lounais-Suomen ympäristökeskus. Turku. 144 s.
- Oravainen, R. & Paakkinen, M. 2005. Vuosiyhteenveto Merikarvian kalankasvatuslaitosten ja Merikarvian kunnan jätevedenpuhdistamon velvoitetarkkailusta vuodelta 2004. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys. Kirje nro 344. 15 s.
- Oravainen, R. 2006. Vuosiyhteenveto Kokemäenjoen ja Porin edustan merialueen yhteistarkkailusta vuodelta 2005. Julkaisu nro 541. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry, 72 s.
- Oravainen, R. & Paakkinen, M. 2007a. Selkämeren rannikkovesien rehevyys Merikarvian ja Luvian välisellä alueella kesällä 2007. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys. Kirje nro 671. 10 s.
- Oravainen, R. & Paakkinen, M. 2007b. Vuosiyhteenveto Merikarvian kunnan jätevedenpuhdistamon purkuvesistön tarkkailusta vuodelta 2006. Kirje nro 399. 8 s.
- Oravainen, R. & Paakkinen, M. 2007c. Vuosiyhteenveto Luvian kalankasvatuslaitosten tarkkailusta vuodelta 2006. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys. Kirje no 325. 13 s.
- Partanen, S. 2007. Recent spatiotemporal changes and main determinants of aquatic macrophyte vegetation in large lakes in Finland. *Acta Universitatis Ouluensis, A Scientiae Rerum Naturalium A* 495. 62 s.
- Peltola, A. (toim.) 2006. Metsätalostollinen vuosikirja 2006. Metsätutkimuslaitos, 436 s.
- Perttula, H. 1997. Mustalahden tila ja kunnostus. Lounais-Suomen ympäristökeskuksen moniste 2. 41 s.
- Perus, J., Bonsdorff, E., Bäck, S., Lax, H.-G., Villnäs, A. & Westberg, V. 2007. Zoobenthos as Indicators of Ecological Status in Coastal Brackish Waters: A Comparative Study from the Baltic Sea. *Ambio* 36: 250-256.
- Puustinen, M., Koskiahio, J. & Peltonen, K. 2005. Influence of cultivation methods on suspended solids and phosphorus concentrations in surface runoff on clayey sloped fields in boreal climate. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 105: 565-579.
- Puustinen, M., Tattari, S., Koskiahio, J. & Linjama, J. 2007a. Influence of seasonal and annual hydrological variations on erosion and phosphorus transport from arable areas. *Soil & Tillage Research* 93: 44-55.
- Puustinen, M., Koskiahio, J., Jormola, J., Järvenpää, L., Karhunen, A., Mikkola-Roos, M., Pitkänen, J., Riihimäki, J., Svensberg M. & Vikberg, P. 2007b. Maatalouden monivaikutteisten kosteikkojen suunnittelu ja mitoitus. Suomen ympäristö 21. Suomen ympäristökeskus, 77 s.
- Pyykkönen, P. 2001. Maatalouden rakennemuutos eri alueilla. Pellervon taloudellisen tutkimuslaitoksen työpapereita 180. Pellervon taloudellinen tutkimuslaitos, 66 s.
- Rankinen, K., Bärlund, I., Kenttämies, K., Nenonen, S. & Valpasvuo, P. 2008. Simulated nitrogen leaching patterns in two Finnish river basins with contrasting land use and climatic conditions. Julkaisematon tiivistelmä. 1 s.
- Reko, J. 2001. Maanviljelysalueiden suojavyöhykkeiden yleissuunnitelma: Säkylän Pyhäjärven valuma-alue. Lounais-Suomen ympäristökeskuksen moniste 9. Lounais-Suomen ympäristökeskus, 29 s.
- Reko, J. 2002. Maanviljelysalueiden suojavyöhykkeiden yleissuunnitelma: Köyliönjärven ja Köyliönjoen valuma-alue. Lounais-Suomen ympäristökeskuksen moniste 17. Lounais-Suomen ympäristökeskus, 40 s.
- Rekolainen, S., Kauppi, L., Santala, E., Back, S., Mitikka, S., Pitkänen, H., Vuoristo, H., Silvo, K., Jouttijärvi, T., Kenttämies, K., Rautio, L.M. Polso, A., Kaukoranta, E. & Eerola M. 2006. Vesiensuojelun suuntaviivat vuoteen 2015 (Taustaselvitys), Osa II Rehevoitymisen vähentäminen. Luonnos 10.4.2006. Suomen Ympäristökeskus.
- Ruoppa, M. & Heinonen, P. (toim.) 2004. Suomessa käytetyt biologiset vesientutkimusmenetelmät, 42-44. Suomen ympäristö 682. Suomen ympäristökeskus.
- Rytönen, A.-M. & Ulvi, T. 2006. Metsätalouden vesiensuojelun ohjauskeinot, niiden soveltaminen ja ongelmat –Esiselvitys, tapaustutkimuksena Kainuu. Suomen ympäristökeskus. Julkaisematon raportti. 79 s.
- Salmela, K. & Karhunen, A. 2001. Maanviljelyalueiden suojavyöhykkeiden yleissuunnitelma: Kauvatsanjoen alue. Lounais-Suomen ympäristökeskuksen moniste 15. Lounais-Suomen ympäristökeskus, 24 s.
- Salmi, P. (toim.) 2006. Mataloituvien merenlahtien kunnostus: Keikvedenlahden tilan ja käyttökelpoisuuden parantaminen. Lounais-Suomen ympäristökeskuksen monistesarja 2. Lounais-Suomen ympäristökeskus, 78 s.
- Salo, T. & Turtola, E. 2006. Nitrogen balance as an indicator of nitrogen leaching in Finland. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 113: 98-107.
- Sarvala, M. & Sarvala, J. (toim.) 2005. Miten voit, Selkämeri? Ympäristön tila Lounais-Suomessa 4. Lounais-Suomen ympäristökeskus. Turku. 144 s.

- Sileika, A.-S. 2000. Nutrient losses from agriculture in Lithuania. *Landbauforschung-Volkenrode* 50 (1/2): 15-23.
- Spence, D. H. N. 1982. The zonation of plants in freshwater lakes. *Advantages in ecological research* 12: 37-125
- Suojanen, T. & Karhunen, A. 2001. Maanviljelyalueiden suojavyöhykkeiden yleissuunnitelma: Loimijoen alaosa ja Palojoki. Lounais-Suomen ympäristökeskuksen moniste 13. Lounais-Suomen ympäristökeskus, 48 s.
- Suomela, J. 2001. Saaristomeren veden laatu vuonna 2001. Lounais-Suomen ympäristökeskuksen moniste 3. Lounais-Suomen ympäristökeskus, 31 s.
- Sydänoja, A. 2008. Saaristonmeren ja Selkämeren fladat. Lounais-Suomen ympäristökeskuksen raportteja 1/2008. 71 s.
- Syke 2007. Digitaalinen paikkatietoon sidottu syvyyskartta. Suomen ympäristökeskus.
- Säntti, A. A. 1954. Die rezente Entwicklung des Kokemäenjoki-deltas. *Publ. Inst. Geogr. Univ. Turkuensis* 29. 61 s.
- Tattari, S. 2007. VEPS. Sähköpostiviesti 6.6.2007.
- Tattari, S. & Linjama, J. 2004. Vesistöalueen kuormituksen arviointi. *Vesitalous* 3/2004: 26-30.
- Tattari, S., Bärlund, I., Rekolainen, S., Posch, M., Siimes, K., Tuhkanen, H.-R. and Yli-Halla, M. 2001. Modelling field scale sediment yield and phosphorus transport in Finnish clayey soils. *Transactions of the ASAE* 44:297-307.
- Tikkanen, T. 1986. Kasviplanktonopas. Suomen luonnonsuojelun tuki Oy. Helsinki. 278 s.
- Toivonen, H & P. Huttunen 1995. Aquatic macrophytes and ecological gradients in 57 small lakes in southern Finland. *Aquatic Botany* 51, 197-221
- Turkki, H. 2007a. Selkämeren rantavesien rehevöityminen –eteläisen osa-alueen vedenlaadun tutkimukset. Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy. ID 2129. 28 s.
- Turkki, H. 2007b. Olkiluodon lähivesien fysikaalis-kemiallinen ja biologinen tarkkailututkimus vuonna 2006, vuosiyhteenveto. Tutkimuslaskelma 270. Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy. 42 s.
- Turtola, E. & Jaakkola, A. 1987. Viljelykasvien vaikutus ravinteiden huuhtoutumiseen savimaasta Jokioisten huuhtoutumiskentällä 1983-1986. *Maatalouden tutkimuskeskus, Tiedote* 22, 34 s.
- Uotila, P. 1971. Distribution and ecological features of hydrophytes in the polluted Lake Vanajavesi, S. Finland. *Ann. Bot. Fennici* 8: 257-295.
- Vainio-Mattila, B., Ginström, T., Haaranen, T., Luomanperä, S., Lähdetie, P., Oravuo, M., Pietola, K., Suojanen, M., Virolainen, J., Knuutila, K. & Ovaska, S. 2005. Peltoviljelyn tulevaisuuden linjaukset Suomessa, työryhmämuistio 2005:15. 47 s.
- Valta-Hulkkonen, K., Partanen, S. & Kanninen, A. 2003. Remote Sensing as a Tool in the Aquatic Macrophyte Mapping of a Eutrophic Lake: a Comparison Between Visual and Digital Classification, 79-90. *Proceedings of the 9th Scandinavian Research Conference on Geographical Information Science*, 4-6.6.2003, Espoo, Finland.
- Vuori, K.-M. 2007. Ohje pintavesien ekologisen luokittelun toteuttamiseksi –luokitteluohje versio 15.11.2007. Suomen ympäristökeskus, Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. 40 s.

Näytepisteet, niiden tunnuksset ja kuvaus. Puuttuvia tietoja ei ole vielä tallennettu ympäristöhallinnon Hertta-tietokantaan

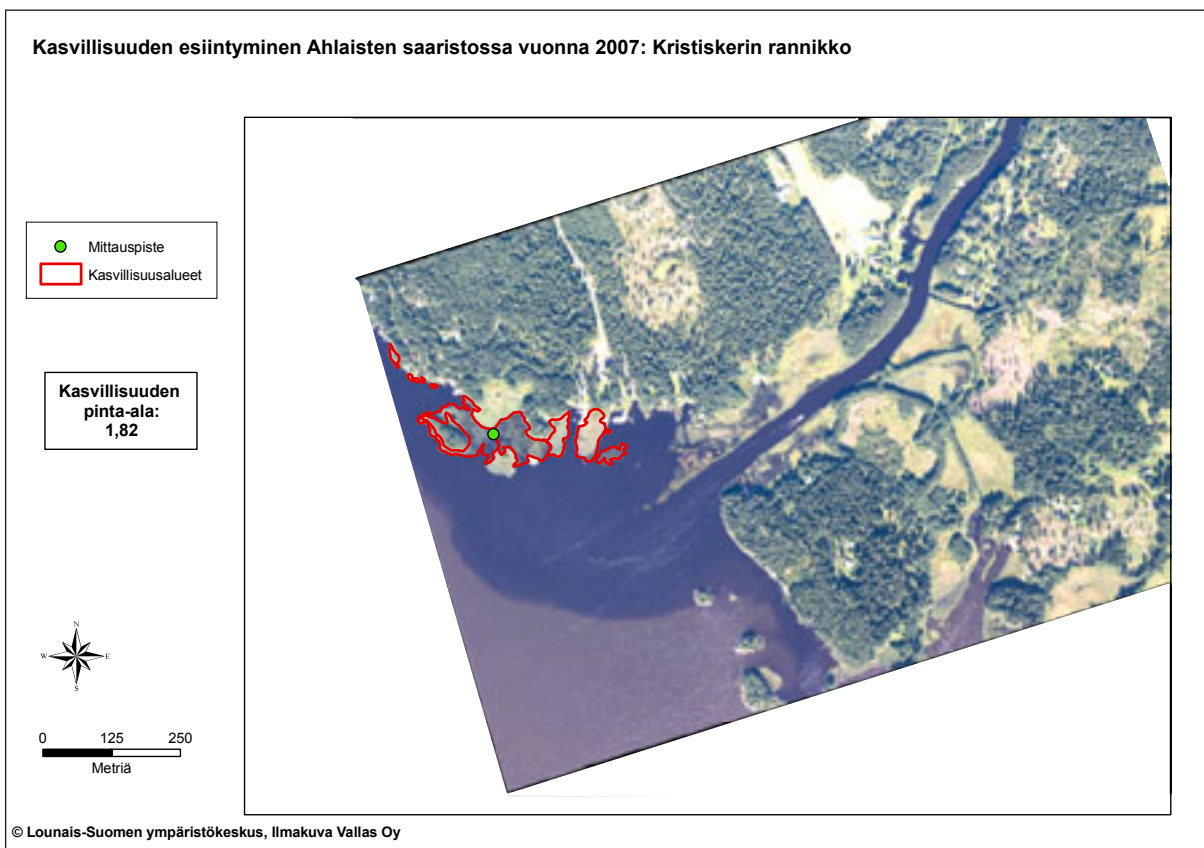
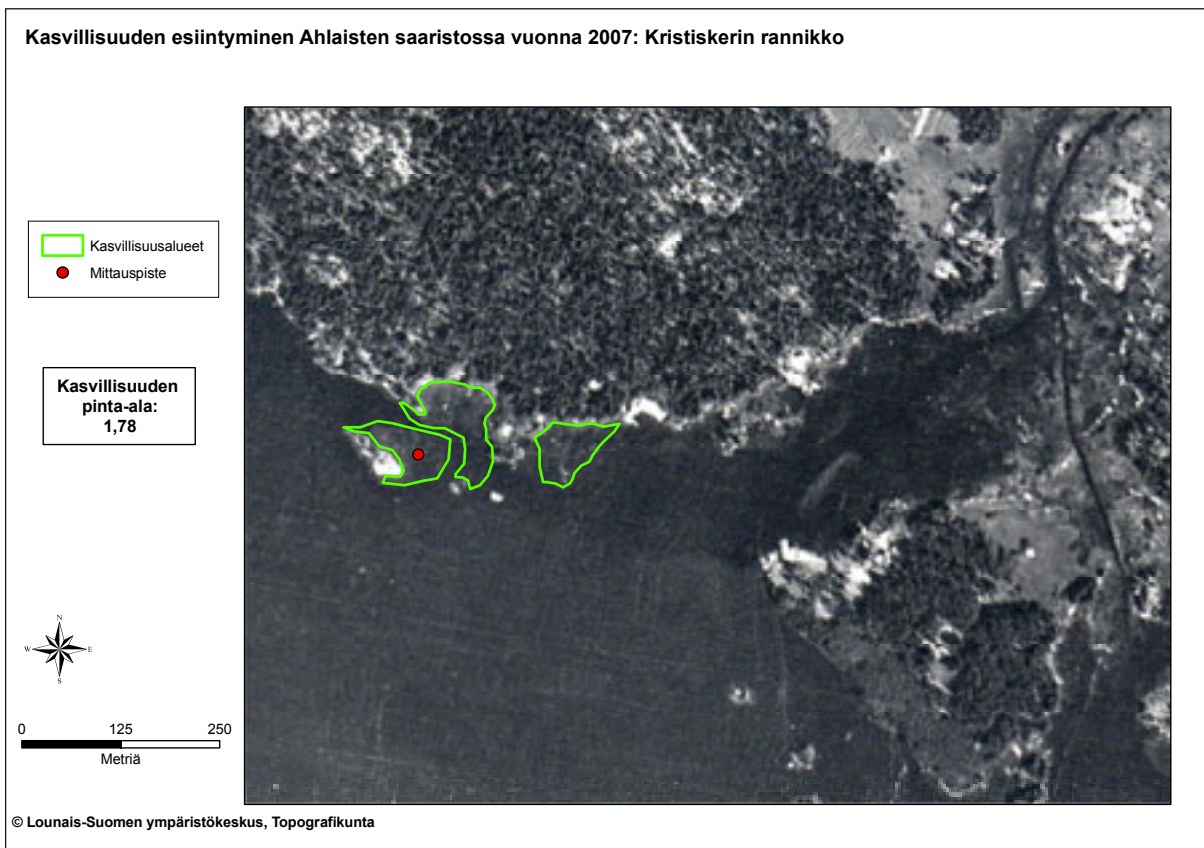
| Näytepiste | Näytepisteen tunnus | Näytepisteen kuvaus |
|-------------------------|---------------------|-------------------------------|
| Pran320 Rihtniemi | 1 | Rihtniemen länsipuoli |
| | 2 | Unajalahti |
| Pran270 Sydänkari | 3 | Mannerveden perukka |
| | 4 | Sorkanlahti |
| | 5 | Kuivalahdensalmi |
| | 6 | Kuivalahdensalmi, Särkkä |
| Luv16 Isomaan itäpuoli | 7 | Isomaan itäpuoli |
| Luv210, Pirskeri et | 8 | Pirskerin eteläpuoli |
| Luv200 Verkkoranta | 9 | Luvian edusta, Verkkoranta |
| Pome116 Viasvesi 2 | 10 | Viasvesi |
| Pome114 Preiviiki luode | 11 | Preiviikinlahti |
| Pome78 Santakari | 12 | Santakarin edusta |
| Pome74 Vähä-väkkärä | 13 | Vähä-Väkkärä |
| Mkar Haminanholma2 | 14 | Haminanholman edusta |
| Mkar Syvänsuntinlahti | 16 | Huiskerinlahti |
| Mkar Pieskerinlahti | 17 | Pieskerinlahti |
| Mkar Malskeri länt | 18 | Malskerin länsipuoli |
| Mkar Satamalahti2 | 19 | Lankoslahti |
| Mkar Jokisuisto2 | 20 | Merikarvian jokisuisto |
| Luv211 Truutkruntti ka | 21 | Truutkruntista kaakkoon |
| Luv212 Nöppeli loun | 22 | Nöppeli lounas |
| | 23 | Hanhinen koilliseen, Rauma |
| | 24 | Nurmeksen eteläpää |
| Uki285 Tervalletto | 25 | Tervalletto |
| Olki500 Liiklank lä | 26 | Olkiluoto kaakkoon |
| Uki 290 Vohdenluoto | 27 | Mannerveden keskiosa |
| Pran323 Kuurovaha | 28 | Kuurovaha |
| | 29 | Rauman edusta, eteläosa |
| | 30 | Rauman edusta, pohjoisosa |
| Pome226 Outoori luot | 31 | Outoori luoteeseen |
| Pome56 Kolppa | 32 | Kolpanlahti |
| Ejoki485 Kauniss pohj | 33 | Kaunissaari pohjoinen |
| | 34 | Nurmeksen pohjoisosa |
| Pome233 Kuuminaistennie | 36 | Kuuminaistenniemen edusta |
| Mkar10 Reveli luode | 37 | Mahan matalat, Revelistä luot |

Fysikaalis-kemialliset vedenlaatuominaisuuksien keskiarvo ja vaihteluväli näytepisteittäin

| Näyte- piste | Sameus (FNU) | Sähkön- johtokyky (mS/m) | pH | N ^{kok} (µg/l) | NO ²³ (µg/l) | NH ₄ (µg/l) | P ^{kok} (µg/l) | PO ⁴ (µg/l) | a-klofylli (mg/m ³) |
|-----------------|-----------------|--------------------------------|------------------|-------------------------|----------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------------------|
| 1 | 1,7 (0,8-3) | 990 (970-1000) | 7,9 (7,9-8) | 295 (280-310) | <5 | 4 (<3-5) | 17.5 (15-20) | 3 (<2-4) | 1.8 (1.3-2.3) |
| 2 | 2,3 (1,7-3) | 830 (720-920) | 8,4 (8,1-8,6) | 496.7 (460-570) | <5 | 4 (<3-5) | 24.33 (21-30) | 1,3 (<2-2) | 4.2 (3.4-5.6) |
| 3 | 3,0 (2,1-3,9) | 913 (880-950) | 7,9 (7,8-7,9) | 336.7 (320-360) | <5 | 5,6 (<3-13) | 16.33 (12-21) | 2,3 (<2-5) | 2.3 (1.9-2.7) |
| 4 | 2,4 (2-3) | 937 (920-950) | 8,3 (8,2-8,4) | 493.3 (460-520) | <5 | 3,3 (3-4) | 20.67 (17-23) | <2 | 4.7 (3.1-5.7) |
| 5 | 2,2 (1,1-4) | 980 (970-1000) | 7,9 (7,9-8) | 280 (260-300) | <5 | 2,3 (<3-3) | 15.7 (12-22) | 2 (<2-4) | 1.63 (1.2-2.4) |
| 6 | 5,0 (1,5-7) | 920 (870-950) | 8 (7,9-8,2) | 433.3 (380-530) | <5 | 5,7 (4-9) | 24 (13-32) | 2,3 (<2-3) | 2.5 (1.4-3.1) |
| 7 | 4,0 (1,3-5,9) | 926 (908-954) | 8 | 256.7 (230-270) | <5 | 46 (24-68) | 18 (15-20) | <3 | 2.2 (1.3-2.9) |
| 8 | 2,3 (1,4-3,1) | 927 (903-959) | 8 (8-8,1) | 243.3 (220-260) | <5 | 45,5 (25-66) | 14.67 (14-15) | <3 | 2 (1.8-2.4) |
| 9 | 2,1 (1,1-3) | 867 (858-885) | 9 (8,4-9,4) | 470 (430-500) | <5 | 66 (22-110) | 15 (14-16) | <3 | 2.7 (2-3.7) |
| 10 | 2,3 (1,4-3,9) | 920 (918-924) | 8,2 (8,1-8,4) | 236.7 (210-250) | <5 | 44,5 (20-69) | 14.33 (9-22) | <3 | 1.23 (1.1-1.5) |
| 11 | 1,7 (1-2,6) | 907 (899-912) | 8,2 (8,1-8,3) | 256.7 (240-280) | <5 | 46,5 (23-70) | 12 (9-15) | <3 | 1.5 (1-2.1) |
| 12 | 3,0 (2,4-3,9) | 578 (89-859) | 8 (8-8,1) | 313.3 (290-350) | <5 | 44,5 (11-78) | 19.33 (17-22) | <3 | 4.33 (3.3-5.2) |
| 13 | 5,2 (4,1-6,2) | 361 (69-602) | 7,9 (7,8-8,1) | 483.3 (430-550) | <5 | 19,5 (17-22) | 30 (24-36) | <3 | 12.6 (6.8-16) |
| 14 | 4,3 (3,6-5,5) | 413 (67-597) | 7,8 | 373.3 (350-410) | <5 | 51,5 (25-78) | 22 (21-23) | <3 | 6.5 (4.8-7.8) |
| 16 | 2,6 (2-3,1) | 580 (90-851) | 8 (8-8,1) | 300 (240-370) | <5 | 45 (13-77) | 14.33 (12-16) | <3 | 3.63 (2.4-5.1) |
| 17 | 5,4 (4-8) | 363 (68-572) | 7,8 (7,5-7,7) | 536.7 (490-630) | <5 | 50 (35-65) | 27.67 (25-33) | <3 | 5.37 (4.4-6) |
| 18 | 1,6 (0,8-2,1) | 641 (94-936) | 8 (7,9-8) | 260 (230-310) | <5 | 47 (26-68) | 12 (9-14) | <3 | 3 (1.2-5.1) |
| 19 | 6,1 (5-8) | 465 (92-802) | 7,9 | 330 (280-390) | <5 | 50 (21-79) | 27 (21-32) | <3 | 4.77 (5.1-5.9) |
| 20 | 6,9 (5,2-8,8) | 24 (7,2-57) | 6,9 (6,9-7) | 756.7 (660-840) | <5 | 16 (15-17) | 46.33 (41-54) | 8 | 8.7 (4.2-12) |
| 21 | 1,3 (1,1-1,8) | 936 (918-927) | 8 (8-8,1) | 240 (230-250) | <5 | 47,5 (31-64) | 11 (10-12) | <3 | 2 (1-2.6) |
| 22 | 1,2 (1-1,3) | 937 (916-963) | 8 (7,9-8,1) | 236.7 (220-250) | <5 | 43 (16-70) | 11 (10-13) | <3 | 1.97 (1-2.7) |
| 23 | 2,4 (1,9-3,1) | 973 (959-990) | 7,9 (7,9-8) | 293.3 (270-320) | <5 | 5,3 (<3-12) | 20 (18-24) | 5 (<2-9) | 2.43 (1.8-2.9) |
| 24 | 1,4 (0,8-2,6) | 983 (970-1000) | 7,9 (7,9-8) | 263.3 (240-280) | <5 | 2,3 (<3-3) | 16.33 (12-19) | 3 (<2-4) | 1.6 (1.1-2.3) |
| 25 | 1,2 (0,8-1,5) | 993 (970-1010) | 7,9 (7,8-7,9) | 273.3 (240-310) | <5 | 4,7 (<3-10) | 16.7 (16-17) | 3,7 (<2-9) | 2.37 (1.4-3.1) |
| 26 | 8,4 (5,4-13) | 970 (960-980) | 7,9 (7,9-8) | 363.3 (340-390) | <5 | 2,3 (<3-3) | 31.33 (23-39) | 5 | 3.33 (2.2-4.6) |
| 27 | 2,3 (1,6-2,7) | 947 (930-960) | 7,9 (7,8-7,9) | 293.3 (290-300) | <5 | 4 (<3-8) | 18.3 (14-26) | 1,3 (<2-2) | 2.3 (2-2.5) |

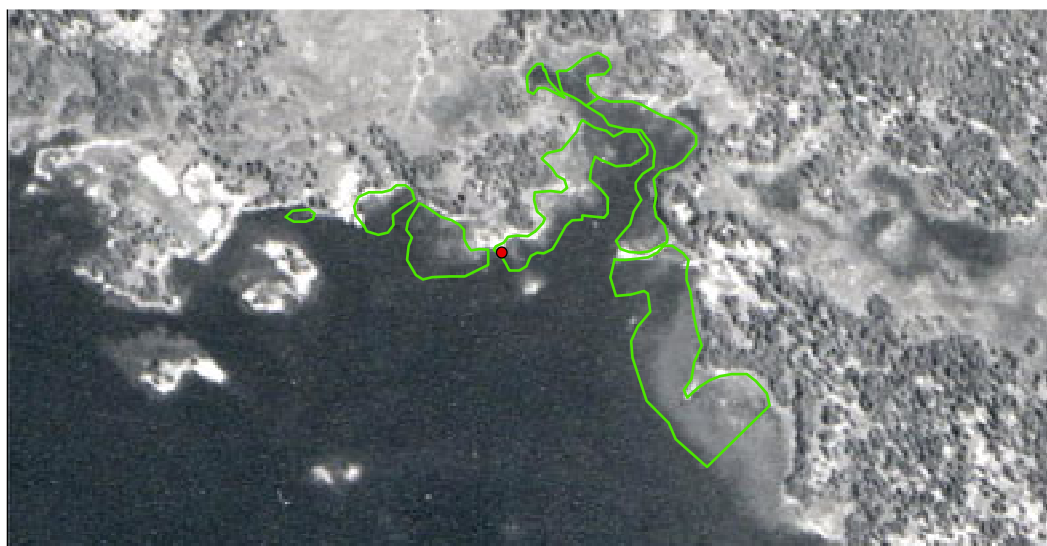
| Näytepiste | Sameus (FNU) | Sähkönjohtokyky (mS/m) | pH | N ^{kok} (µg/l) | NO ²³ (µg/l) | NH4 (µg/l) | P ^{kok} (µg/l) | PO ⁴ (µg/l) | a-klofylli (mg/m ³) |
|------------|---------------|------------------------|---------------|-------------------------|-------------------------|--------------|-------------------------|------------------------|---------------------------------|
| 28 | 2,4 (1,1-3,8) | 967 (960-970) | 8 | 340 (280-390) | <5 | 2,3 (<3-3) | 20.33 (15-23) | <2 | 3.2 (1.5-3.9) |
| 29 | 2,1 (1,1-3,5) | 978 (960-990) | 7,9 | 286.7 (270-300) | <5 | 5,7 (5-6) | 20 (15-24) | 4,7 (<2-7) | 2.2 (1.7-3.1) |
| 30 | 2 (1-3,3) | 980 (970-990) | 7,9 | 290 (250-320) | <5 | 4,3 (<3-7) | 20.67 (13-25) | 4,7 (<2-8) | 2.5 (1.6-3.5) |
| 31 | 1,2 (0,9-1,5) | 922 (918-933) | 8 (8-8,1) | 246.7 (240-250) | <5 | 42,5 (17-68) | 9.3 (8-11) | <3 | 2.73 (1.7-4.7) |
| 32 | 7,1 (5,4-8,6) | 38 (22-52) | 7,7 (7,5-7,9) | 923.3 (750-1150) | <5 | 17,5 (<3-33) | 35.33 (29-40) | <3 | 17 (15-19) |
| 33 | 6,8 (1,9-9,9) | 913 (880-940) | 7,9 (7,8-7,9) | 396.7 (350-480) | <5 | 7,7 (3-14) | 25.7 (15-33) | 3 (<2-9) | 3.37 (2.5-4.1) |
| 34 | 1,1 (1-1,1) | 985 (970-1000) | 8 (7,9-8,1) | 270 (250-290) | <5 | <3 | 14.5 (12-17) | 1,7 (<2-4) | 1 (0.5-1.5) |
| 36 | 1,6 (1,3-2,1) | 901 (887-922) | 8,1 (8-8,1) | 240 (210-260) | <5 | 43,5 (19-68) | 11.33 (9-13) | <3 | 1.5 (1.1-1.9) |
| 37 | 1,8 (1,3-2,3) | 599 (96-890) | 8 (8-8,1) | 266.7 (240-280) | <5 | 38 (8-68) | 14 (13-15) | <3 | 2.2 (1.7-4.7) |

Vesikasvillisuuden esiintyminen Ahlaisten saaristossa Kristiskerin edustalla kesällä 1946 (yläkuva) ja 2007 (alakuva).



Vesikasvillisuuden esiintyminen Kuivalahdensalmessa Kotokarin edustalla kesällä 1946 (yläkuva) ja 2007 (alakuva).

Kasvillisuuden esiintyminen Kuivalahdensalmessa vuonna 1946: Kotokarin edusta



Kasvillisuuden pinta-ala: 2,96 ha

0 125 250
Metriä

© Lounais-Suomen ympäristökeskus, Topografikunta

Kasvillisuuden esiintyminen Kuivalahdensalmessa vuonna 2007: Kotokarin edusta



Kasvillisuuden pinta-ala: 1,82 ha

0 125 250
Metriä

© Lounais-Suomen ympäristökeskus, Ilmakuva Vallas Oy

Lantakuormituksen laskemisessa käytetyt muuttujat ja ominaiskuormitusarvot

| Eläinkertoimet | | | | |
|---|--------------|--------|------------|-----------------------|
| Eläinlaji | Kuivikelanta | Virtsa | Lietelanta | Kuivikelanta + virtsa |
| Lypsylehmä*** | 12 | 8 | 24 | 24 |
| Hieho, emolehmä, lihanauta, siitossonni | 9 | 4 | 15 | 15 |
| Nuorkarja <6 kk | 2,4 | 1,2 | 4 | 4 |
| Emakko porsaineen**** | 3 | 3,5 | 7 | 8,3 |
| Satelliittiemakko porsaineen***** | 4,4 | 5,2 | 9,6 | 12 |
| Lihaseika*(x), siitossika | 0,7 | 1 | 2 | 2,4 |
| Joutilas emakko** | 0,8 | 1,2 | 2,4 | 2,4 |
| Vieroitettu porsas*(xx) | 0,5 | 0,5 | 1 | 1,2 |
| Hevonen | 0 | 0 | 0 | 12 |
| Poni | 0 | 0 | 0 | 8 |
| Lammas, uuhi karitsoineen, vuohi, kuttu kileineen | 1,5 | 0 | 0 | 1,5 |
| Lattiakana, broileriemo | 0,05 | 0 | 0 | 0,05 |
| Häkkikana | 0,05 | 0 | 0 | 0,05 |
| Kalkkuna* | 0,03 | 0 | 0 | 0,03 |
| Broileri, kananuorikko* | 0,015 | 0 | 0 | 0,015 |
| Ankka, hanhi* | 0,04 | 0 | 0 | 0,04 |
| Sorsa* | 0,025 | 0 | 0 | 0,025 |

* Eläinpaikkaa kohti vuodessa

** Koskee ns. emakkorenkaiden keskusyksikköä; eläinpaikkaa kohti vuodessa

*** Korkeatuottoisille karjoille suositellaan taulukossa esitettyjä suurempia varastotilavuuksia

**** Porsaat mukana n. 11 viikon ikään asti (normaali emakkosikala)

***** Koskee satelliittisikala, lantamäärät emakkopaikkaa kohti, kun emakkopaikassa porsituksia 8 tai enemmän vuodessa; porsaat huomioidaan vieroituskään (n. 5 viikkoa) asti

(x) Koskee lihasikoja, joiden keskimääräinen teuraspaino on enintään 90 kg. Jos teuraspaino on suurempi, käytetään joutilaan emakon arvoja.

(xx) Porsas kasvatuksessa, ikävaihe 5 - 11 viikkoa.

| Ominaiskuormitusluku | | |
|------------------------|---------------------|---------------------|
| Lantalaji | P kg/m ³ | N kg/m ³ |
| Naudan kuivikelanta | 1,2 | 1,2 |
| Naudan lietelanta | 0,5 | 1,8 |
| Naudan virtsa | 0,1 | 1,8 |
| Sian kuivikelanta | 2,5 | 1,5 |
| Sian lietelanta | 0,8 | 2,7 |
| Sian virtsa | 0,2 | 1,6 |
| Lampaan kuivikelanta | 1,5 | 1,2 |
| Hevosien kuivikelanta | 0,5 | 0,4 |
| Kanan kuivikelanta | 4,4 | 4,5 |
| Broilerin kuivikelanta | 3,5 | 5,1 |
| Ketun kuivikelanta | 11,5 | 3,8 |
| Minkin kuivikelanta | 9,5 | 2,4 |

Kokonaisfosfori- ja kokonaistypipikuormituksen muodostuminen Satakunnan valuma-alueilla VEPS-kuormitusarvioinnin perusteella.

| Kokonaisfosfori (kg/v) | | | | | | | | | |
|------------------------|-------------|-----------|-----------|-------------------|-----------|--------------|-----------------|----------------|----------|
| Valuma-alue | Haja-asutus | Hule-vesi | Las-keuma | Luonnon-huuhtouma | Maatalous | Metsä-talous | Pistekuor-mitus | Turvetuo-tanto | Yhteensä |
| Lapinjoki | 1 406 | 13 | 152 | 2 388 | 7 053 | 361 | 5 | 34 | 11 412 |
| Eurajoki | 3 807 | 41 | 1 489 | 6 306 | 19 984 | 844 | 2 128 | 170 | 34 769 |
| 34.01 | 787 | 8 | 10 | 1 151 | 5 097 | 125 | 0 | 132 | 7 310 |
| 34.02 | 731 | 11 | 15 | 882 | 2 780 | 111 | 1 434 | 0 | 5 964 |
| 34.03 | 650 | 8 | 1 327 | 779 | 1 030 | 131 | 430 | 0 | 4 354 |
| 34.04 | 477 | 5 | 3 | 1 241 | 4 207 | 172 | 0 | 38 | 6 143 |
| 34.05 | 870 | 7 | 111 | 1 356 | 5 046 | 167 | 265 | 0 | 7 822 |
| 34.06 | 146 | 1 | 0 | 426 | 1 126 | 62 | 0 | 0 | 1 761 |
| 34.07 | 145 | 1 | 24 | 470 | 699 | 75 | 0 | 0 | 1 415 |
| Kokemäen-joki | 70 778 | 717 | 24 462 | 129 448 | 324 603 | 17 859 | 45 570 | 2 247 | 615 684 |
| 35.1 | 11 791 | 135 | 1 847 | 18 801 | 59 245 | 2 380 | 6 427 | 46 | 100 671 |
| 35.9 | 9 148 | 86 | 801 | 16 852 | 78 754 | 1 698 | 4 795 | 305 | 112 439 |
| Karvianjoki | 5 075 | 61 | 1 409 | 15 562 | 25 475 | 2 973 | 1 231 | 1 266 | 53 052 |
| 36.01 | 1 466 | 21 | 498 | 3 620 | 4 149 | 656 | 128 | 0 | 10 538 |
| 36.02 | 1 115 | 15 | 179 | 2 468 | 4 722 | 461 | 549 | 228 | 9 737 |
| 36.03 | 456 | 4 | 25 | 1 595 | 3 770 | 296 | 394 | 311 | 6 851 |
| 36.04 | 465 | 4 | 117 | 1 327 | 2 927 | 258 | 68 | 193 | 5 359 |
| 36.05 | 151 | 2 | 20 | 792 | 729 | 175 | 0 | 12 | 1 880 |
| 36.06 | 373 | 4 | 102 | 1 841 | 1 948 | 392 | 27 | 85 | 4 771 |
| 36.07 | 139 | 1 | 46 | 656 | 1 226 | 131 | 0 | 215 | 2 414 |
| 36.08 | 143 | 1 | 53 | 705 | 1 371 | 144 | 0 | 222 | 2 639 |
| 36.09 | 769 | 9 | 368 | 2 558 | 4 632 | 460 | 65 | 0 | 8 863 |

| Kokonaistyyppi (kg/v) | | | | | |
|-----------------------|-------------|----------|-----------|-----------------------|-----------|
| Valuma- alue | Haja-asutus | Hulevesi | Laskeuma | Luonnonhuuh- touma | Maatalous |
| Lapinjoki | 8 955 | 658 | 7 652 | 69 455 | 124 779 |
| Eurajoki | 24 693 | 2 070 | 74 924 | 183 754 | 432 064 |
| 34.01 | 5 254 | 419 | 507 | 33 646 | 98 033 |
| 34.02 | 4 936 | 540 | 739 | 25 744 | 60 913 |
| 34.03 | 3 824 | 386 | 66 770 | 22 670 | 27 878 |
| 34.04 | 3 137 | 259 | 140 | 36 072 | 76 331 |
| 34.05 | 5 788 | 356 | 5 564 | 39 515 | 125 267 |
| 34.06 | 973 | 47 | 5 | 12 389 | 28 567 |
| 34.07 | 780 | 64 | 1 199 | 13 719 | 15 075 |
| Koke- mäenjoki | 439 420 | 39 582 | 1 369 511 | 3 774 167 | 5 098 656 |
| 35.1 | 75 530 | 7 072 | 99 448 | 547 794 | 988 668 |
| 35.9 | 58 329 | 4 578 | 44 763 | 491 631 | 1 293 804 |
| Karvian- joki | 31 810 | 3 066 | 71 056 | 452 198 | 390 052 |
| 36.01 | 8 500 | 1 042 | 25 083 | 105 107 | 66 069 |
| 36.02 | 7 131 | 776 | 8 984 | 71 476 | 72 286 |
| 36.03 | 3 051 | 191 | 1 269 | 46 257 | 56 016 |
| 36.04 | 3 106 | 199 | 5 920 | 38 755 | 39 436 |
| 36.05 | 964 | 77 | 1 006 | 23 100 | 13 329 |
| 36.06 | 2 313 | 196 | 5 113 | 53 713 | 32 659 |
| 36.07 | 897 | 53 | 2 456 | 19 176 | 17 512 |
| 36.08 | 932 | 56 | 2 686 | 20 575 | 19 894 |
| 36.09 | 4 916 | 478 | 18 541 | 74 039 | 72 852 |

| Kokonaistyyppi (kg/v) | | | | |
|-----------------------|-------------|----------------|---------------|------------|
| Valuma- alue | Metsätalous | Pistekuormitus | Turvetuotanto | Yhteensä |
| Lapinjoki | 5 528 | 223 | 1 253 | 218 503 |
| Eurajoki | 12 915 | 94 774 | 6 288 | 831 482 |
| 34.01 | 1 911 | 0 | 4 888 | 144 658 |
| 34.02 | 1 702 | 77 707 | 0 | 172 281 |
| 34.03 | 2 005 | 12 301 | 0 | 135 833 |
| 34.04 | 2 636 | 0 | 1 400 | 119 975 |
| 34.05 | 2 562 | 4 767 | 0 | 183 819 |
| 34.06 | 943 | 0 | 0 | 42 924 |
| 34.07 | 1 155 | 0 | 0 | 31 993 |
| Kokemäenjoki | 271 966 | 2 495 544 | 83 210 | 13 572 055 |
| 35.1 | 36 237 | 390 046 | 1 705 | 2 146 499 |
| 35.9 | 25 855 | 181 997 | 11 309 | 2 112 265 |
| Karvianjoki | 45 507 | 67 263 | 46 906 | 1 107 862 |
| 36.01 | 10 048 | 9 737 | 0 | 225 585 |
| 36.02 | 7 059 | 33 965 | 8 447 | 210 122 |
| 36.03 | 4 533 | 18 289 | 11 515 | 141 121 |
| 36.04 | 3 946 | 2 759 | 7 151 | 101 271 |
| 36.05 | 2 680 | 0 | 448 | 41 604 |
| 36.06 | 5 994 | 1 708 | 3 159 | 104 855 |
| 36.07 | 2 003 | 0 | 7 963 | 50 060 |
| 36.08 | 2 199 | 0 | 8 224 | 54 564 |
| 36.09 | 7 047 | 805 | 0 | 178 678 |

Kunnittaiset pellonkäyttötiedot (ha) jaoteltuna kasviryhmiin

| Kunta | Kevätviljat | Syysviljat | Juurikkaat | Nurmet | Kesannot ja erityistukialueet | Yhteensä |
|--------------|-------------|------------|------------|---------|-------------------------------|----------|
| Alastaro | 7458 | 1113 | 21 | 516 | 969 | 10 078 |
| Eurajoki | 4583 | 86 | 533 | 562 | 581 | 6 346 |
| Forssa | 4525 | 262 | 268 | 902 | 768 | 6 725 |
| Hattula | 3836 | 265 | 197 | 1119 | 783 | 6 200 |
| Huittinen | 10194 | 521 | 128 | 819 | 1015 | 12 678 |
| Humppila | 4360 | 164 | 11 | 633 | 602 | 5 769 |
| Hämeenkyrö | 4931 | 169 | 38 | 3404 | 1070 | 9 613 |
| Ikaalinen | 4328 | 99 | 4 | 3850 | 1006 | 9 288 |
| Jokioinen | 5391 | 458 | 4 | 1808 | 968 | 8 629 |
| Jämijärvi | 3155 | 0 | 3 | 1911 | 638 | 5 706 |
| Kalvola | 1662 | 73 | 1 | 681 | 325 | 2 742 |
| Karkkila | 2094 | 42 | 7 | 546 | 338 | 3 027 |
| Kiikoinen | 1897 | 11 | 1 | 648 | 270 | 2 827 |
| Kokemäki | 7429 | 263 | 961 | 1089 | 1001 | 10 743 |
| Koski tl | 6379 | 812 | 55 | 1143 | 1031 | 9 420 |
| Köyliö | 2594 | 0 | 2406 | 450 | 501 | 5 952 |
| Lavia | 1780 | 72 | 4 | 1427 | 547 | 3 830 |
| Loimaa | 17039 | 2256 | 7 | 2856 | 2682 | 24 839 |
| Loppi | 4259 | 82 | 409 | 1506 | 763 | 7 019 |
| Luvia | 1360 | 14 | 254 | 196 | 213 | 2 037 |
| Marttila | 5231 | 696 | 2 | 860 | 821 | 7 612 |
| Mellilä | 4316 | 533 | 1 | 217 | 642 | 5 707 |
| Merikarvia | 1483 | 16 | 5 | 1268 | 994 | 3 766 |
| Mouhijärvi | 2819 | 133 | 0 | 1746 | 524 | 5 223 |
| Nummi-Pusula | 6559 | 501 | 57 | 1309 | 1094 | 9 519 |
| Oripää | 3359 | 470 | 3 | 286 | 409 | 4 527 |
| Pori | 7380 | 22 | 791 | 880 | 1258 | 10 331 |
| Punkalaidun | 9527 | 515 | 3 | 1205 | 1250 | 12 500 |
| Pyhäranta | 1284 | 21 | 19 | 131 | 301 | 1 755 |
| Pöytyä | 9999 | 1558 | 34 | 1607 | 1654 | 14 852 |
| Rauma | 2538 | 69 | 19 | 399 | 367 | 3 393 |
| Renko | 2828 | 106 | 386 | 382 | 481 | 4 183 |
| Somero | 16517 | 2281 | 98 | 3006 | 3173 | 25 075 |
| Säkylä | 1889 | 0 | 736 | 156 | 258 | 3 040 |
| Tammela | 5419 | 341 | 134 | 1686 | 911 | 8 491 |
| Ulvila | 4123 | 66 | 924 | 812 | 482 | 6 407 |
| Urdala | 6792 | 171 | 11 | 2382 | 1105 | 10 461 |
| Uusikaupunki | 4943 | 159 | 1247 | 856 | 1106 | 8 310 |
| Vammala | 9057 | 598 | 9 | 4386 | 1436 | 15 485 |
| Vampula | 4287 | 490 | 434 | 470 | 426 | 6 107 |
| Ypäjä | 5470 | 426 | 2 | 1109 | 816 | 7 823 |
| Äetsä | 3610 | 311 | 0 | 826 | 509 | 5 255 |
| Yhteensä | 218682,6 | 16246,3 | 10226,6 | 52043,6 | 36091,9 | 333 291 |

Kunnittaiset kotieläinmäärät

| Kunta | Hevo- set | Siat | Broilerit & kalkku- nat | Munivat kanat | Kanan- poika- set | Lihan- audat | Lypsy- lehmät | Muut lehmät | Yhteensä |
|--------------|--------------|--------|-------------------------------|------------------|-------------------------|-----------------|------------------|----------------|-----------|
| Alastaro | 41 | 33157 | 216053 | 154348 | 0 | 389 | 255 | 19 | 404 262 |
| Eurajoki | 54 | 0 | 272167 | 25755 | 0 | 320 | 120 | 62 | 298 478 |
| Forssa | 121 | 9706 | 0 | 274 | 0 | 326 | 307 | 164 | 10 898 |
| Hattula | 131 | 1759 | 0 | 6734 | 0 | 924 | 295 | 457 | 10 300 |
| Huittinen | 107 | 51054 | 262836 | 67493 | 0 | 425 | 232 | 165 | 382 312 |
| Humppila | 0 | 6311 | 0 | 86828 | 0 | 229 | 161 | 34 | 93 563 |
| Hämeenkyrö | 169 | 0 | 0 | 00 | 0 | 1014 | 1518 | 316 | 3 017 |
| Ikaalinen | 136 | 1564 | 0 | 0 | 0 | 706 | 1125 | 604 | 4 135 |
| Jokioinen | 225 | 16635 | 0 | 9267 | 0 | 295 | 931 | 85 | 27 438 |
| Jämijärvi | 22 | 7285 | 0 | 0 | 0 | 731 | 1014 | 272 | 9 324 |
| Kalvola | 41 | 0 | 0 | 0 | 0 | 369 | 328 | 121 | 859 |
| Karkkila | 26 | 0 | 0 | 0 | 0 | 68 | 233 | 25 | 352 |
| Kiikoinen | 51 | 3365 | 0 | 1717 | 0 | 218 | 245 | 189 | 5 785 |
| Kokemäki | 120 | 6146 | 31615 | 17474 | 0 | 977 | 231 | 374 | 56 937 |
| Koski tl | 35 | 28660 | 30538 | 17778 | 0 | 438 | 404 | 361 | 78 214 |
| Köyliö | 18 | 10168 | 309728 | 0 | 0 | 192 | 309 | 38 | 320 453 |
| Lavia | 67 | 2687 | 0 | 5970 | 0 | 289 | 420 | 63 | 3 526 |
| Loimaa | 169 | 23553 | 122443 | 134191 | 30990 | 792 | 357 | 239 | 312 734 |
| Loppi | 172 | 0 | 0 | 0 | 0 | 415 | 579 | 224 | 1 390 |
| Luvia | 81 | 1282 | 0 | 0 | 0 | 21 | 0 | 48 | 1 432 |
| Marttila | 40 | 8427 | 60188 | 31484 | 0 | 338 | 324 | 62 | 100 863 |
| Mellilä | 15 | 7691 | 0 | 50038 | 0 | 128 | 67 | 0 | 57 939 |
| Merikarvia | 0 | 2390 | 0 | 0 | 0 | 729 | 466 | 621 | 4 206 |
| Mouhijärvi | 52 | 0 | 0 | 0 | 0 | 539 | 514 | 256 | 1 361 |
| Nummi-Pusula | 130 | 3967 | 0 | 6522 | 0 | 796 | 415 | 163 | 11 993 |
| Oripää | 12 | 12779 | 0 | 166502 | 0 | 722 | 159 | 24 | 180 198 |
| Pori | 224 | 0 | 0 | 166 | 0 | 226 | 92 | 195 | 903 |
| Punkalaidun | 66 | 35364 | 0 | 45211 | 0 | 326 | 342 | 211 | 81 520 |
| Pyhäranta | 0 | 0 | 0 | 12036 | 0 | 29 | 41 | 0 | 12 106 |
| Pöytyä | 61 | 26567 | 281333 | 67046 | 0 | 306 | 356 | 401 | 376 070 |
| Rauma | 72 | 2078 | 0 | 0 | 0 | 187 | 178 | 31 | 2 546 |
| Renko | 31 | 3010 | 0 | 0 | 0 | 295 | 231 | 22 | 3 589 |
| Somero | 106 | 40000 | 0 | 295423 | 27891 | 1055 | 1119 | 612 | 366 206 |
| Säkylä | 0 | 0 | 246171 | 0 | 0 | 22 | 0 | 0 | 246 193 |
| Tammela | 148 | 11579 | 0 | 10465 | 0 | 1089 | 592 | 376 | 24 249 |
| Ulvila | 54 | 0 | 0 | 0 | 0 | 362 | 124 | 228 | 768 |
| Urkala | 210 | 11049 | 0 | 0 | 0 | 810 | 850 | 352 | 13 271 |
| Uusikaupunki | 112 | 19096 | 0 | 20762 | 0 | 132 | 162 | 440 | 40 704 |
| Vammala | 123 | 6925 | 0 | 2340 | 0 | 1419 | 2064 | 587 | 13 458 |
| Vampula | 14 | 37028 | 0 | 42264 | 0 | 244 | 357 | 104 | 80 011 |
| Ypäjä | 78 | 9701 | 0 | 3092 | 0 | 170 | 307 | 38 | 13 386 |
| Äetsä | 56 | 5551 | 0 | 0 | 0 | 92 | 406 | 63 | 6 168 |
| Yhteensä | 3390 | 446534 | 1833072 | 1281180 | 58881 | 19154 | 18230 | 8646 | 3 663 117 |

Harvennus- ja uudistushakkuiden tavoitteelliset määrät (ha) seuraavan 10 vuoden aikana jaettuna kahdeksi 5-vuosikaudeksi sekä kokonaislannoitustarve (ha) seuraavan 10 vuoden aikana. Vuosi ilmaisee sen, milloin suunnitelma on tehty.

| Kunta | Vuosi | Harvennushakkuut (ha) | | | Uudistushakkuut (ha) | | |
|-------------|-------|-----------------------|---------|----------|----------------------|---------|----------|
| | | < 5 v. | 5-10 v. | Yhteensä | < 5 v. | 5-10 v. | Yhteensä |
| Alastaro | 2007 | 2940,6 | 1091,9 | 4032,5 | 665,1 | 877,5 | 1542,6 |
| Eurajoki | 2007 | 3847,8 | 1882 | 5729,8 | 2014,8 | 1095,3 | 3110,1 |
| Huittinen | 2007 | 5574,9 | 2907,9 | 8482,8 | 1578,3 | 1046,8 | 2625,1 |
| Jämijärvi | 2007 | 2707,4 | 945,4 | 3652,8 | 972,2 | 759,8 | 1732 |
| Kiikoinen | 2007 | 2143 | 793,1 | 2936,1 | 705,5 | 418,5 | 1124 |
| Kokemäki | 2007 | 6984,6 | 4638,2 | 11622,8 | 1598,2 | 1677,9 | 3276,1 |
| Lavia | 2005 | 5849,5 | 2234,9 | 8084,4 | 1669,5 | 815,3 | 2484,8 |
| Loimaa | 2007 | 5064,9 | 1520 | 6584,9 | 1760,5 | 1555,7 | 3316,2 |
| Luvia | 2005 | 2888,7 | 1693,2 | 4581,9 | 964,8 | 581 | 1545,8 |
| Marttila | 2007 | 1750,1 | 1192,7 | 2942,8 | 844,2 | 490,1 | 1334,3 |
| Mellilä | 2007 | 704,8 | 192,8 | 897,6 | 298 | 266,2 | 564,2 |
| Merikarvia | 2007 | 7348,3 | 2990 | 10338,3 | 2569,6 | 894,1 | 3463,7 |
| Oripää | 2007 | 1590 | 692,3 | 2282,3 | 413,7 | 280,4 | 694,1 |
| Punkalaidun | 2005 | 4004,8 | 2076,5 | 6081,3 | 1576,4 | 837,4 | 2413,8 |
| Pöytyä | 2005 | 3799,4 | 1719,1 | 5518,5 | 1813,8 | 865,9 | 2679,7 |
| Rauma | 2007 | 2217,5 | 1241,1 | 3458,6 | 1373,9 | 800,4 | 2174,3 |
| Säkylä | 2007 | 1161,2 | 655,2 | 1816,4 | 1493,1 | 332,2 | 1825,3 |
| Ulvila | 2007 | 3271,2 | 2116,2 | 5387,4 | 1497 | 873,9 | 2370,9 |
| Eura | 2007 | 5928,3 | 3206,6 | 9134,9 | 2991,2 | 960,4 | 3951,6 |
| Honkajoki | 2007 | 4234,5 | 1693,1 | 5927,6 | 1064,6 | 790,2 | 1854,8 |
| Kankaanpää | 2007 | 8604,5 | 3780,5 | 12385 | 2836,5 | 2011,7 | 4848,2 |
| Pori | 2007 | 3782,7 | 2015,8 | 5798,5 | 1574,8 | 1025,4 | 2600,2 |
| Karinainen | 2007 | 522,8 | 274,3 | 797,1 | 492 | 114 | 606 |
| Karvia | 2007 | 5509,2 | 4096,6 | 9605,8 | 1725,9 | 889,5 | 2615,4 |
| Kiukainen | 2007 | 1263,1 | 533,4 | 1796,5 | 804 | 457,2 | 1261,2 |
| Laitila | 2007 | 8856,4 | 2699,6 | 11556 | 3009,7 | 1264,8 | 4274,5 |
| Lappi | 2005 | 2162,3 | 1099,7 | 3262 | 1341,5 | 550,7 | 1892,2 |
| Nakkila | 2007 | 1625,3 | 1061,2 | 2686,5 | 741,6 | 560,7 | 1302,3 |
| Noormarkku | 2007 | 3653,4 | 1801,4 | 5454,8 | 964,5 | 588,4 | 1552,9 |
| Pomarkku | 2007 | 3668,6 | 1344,8 | 5013,4 | 1185,7 | 849 | 2034,7 |
| Siikainen | 2007 | 7627,9 | 3558,9 | 11186,8 | 1725,9 | 1752,6 | 3478,5 |
| Yläne | 2007 | 1662,8 | 602,2 | 2265 | 538,4 | 275,1 | 813,5 |
| Yhteensä | | 122950,5 | 58350,6 | 181301,1 | 44804,9 | 26558,1 | 71363 |

Metsäkeskuksen ojitus- ja lannoitustavoitteet seuraavien vuosikymmenien aikana Satakunnassa

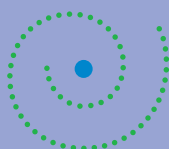
| Kunta | Ojitukset aikajärjestyksessä (ha) sekä kokonaislannoitukset (ha) | | | | | |
|-------------|--|----------|----------|--------|----------------|-----------|
| | <10 v. | 10-20 v. | 20-30 v. | >30 v. | Ojitukset yht. | Lannoitus |
| Alastaro | 0 | 36,5 | 231,6 | 0 | 273,9 | 9,4 |
| Eurajoki | 9,6 | 327,8 | 1350,7 | 111,5 | 2083,6 | 278,6 |
| Huittinen | 0 | 70,3 | 513,1 | 59,3 | 873 | 1266,6 |
| Jämijärvi | 0 | 9,5 | 974 | 770,9 | 1777,6 | 89,8 |
| Kiikoinen | 0 | 65,3 | 378,3 | 24,3 | 473 | 143,7 |
| Kokemäki | 0 | 65,6 | 588 | 98,1 | 758 | 1836 |
| Lavia | 7,1 | 76,5 | 888,4 | 16,4 | 995,2 | 154,6 |
| Loimaa | 1,3 | 60,6 | 586,5 | 378,3 | 1041,6 | 44,7 |
| Marttila | 4,7 | 14,6 | 174,7 | 25,7 | 263,6 | 0 |
| Mellilä | 2,3 | 10,6 | 76,5 | 180,9 | 270,4 | 0 |
| Merikarvia | 8,1 | 340,6 | 2511,9 | 163,2 | 3087,8 | 440 |
| Oripää | 4,4 | 110 | 319,3 | 22,8 | 465,3 | 0 |
| Punkalaidun | 21 | 107,9 | 247,5 | 31,4 | 435 | 41,3 |
| Pöytyä | 15,9 | 200,2 | 499,9 | 246 | 1038,2 | 44,8 |
| Rauma | 6,6 | 35,8 | 81,4 | 45,3 | 182,5 | 46,6 |
| Säkylä | 0 | 4,3 | 559,5 | 32,7 | 757,8 | 414,9 |
| Ulvila | 0 | 450,4 | 191,9 | 0 | 746,9 | 88,8 |
| Ahlainen | 0 | 1 | 56,8 | 9,2 | 71,3 | 1,3 |
| Eura | 9,7 | 201 | 2430,5 | 43,1 | 3040,5 | 506,8 |
| Honkajoki | 0 | 8,4 | 1623 | 122,6 | 1767,7 | 188,3 |
| Kankaanpää | 29,2 | 228,4 | 1493,7 | 2404,9 | 4280,8 | 706,5 |
| Pori, kanta | 38,1 | 34,3 | 346,8 | 122,5 | 617,5 | 5,3 |
| Karinainen | - | - | - | - | 76,8 | 0 |
| Karvia | 61,1 | 108,7 | 4053,2 | 666,3 | 4945,6 | 52,4 |
| Kiukainen | 0,7 | 8,4 | 734,8 | 1,8 | 894,6 | 843,6 |
| Laitila | 26,9 | 247,5 | 1628,8 | 97 | 2075,3 | 0,0 |
| Lappi | - | - | - | - | 1184,2 | 457,4 |
| Nakkila | 0 | 5 | 483,4 | 20,8 | 534,5 | 0 |
| Noormarkku | 0 | 169,4 | 757,8 | 91,9 | 1055,2 | 35,9 |
| Pomarkku | 41,9 | 341,4 | 475,8 | 144,9 | 1015,6 | 13,6 |
| Siikainen | 0 | 105,4 | 1426,9 | 182 | 1758 | 229,6 |
| Yläne | 10,8 | 31 | 270,3 | 29,6 | 444 | 55,2 |
| Yhteensä | 299,4 | 3476,4 | 25955 | 6143,4 | 39285 | 7995,7 |

| | | | | |
|---|---|---------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| <i>Julkaisija</i> | Lounais-Suomen ympäristökeskus | | | <i>Julkaisu-aika</i> Huhtikuu 2008 |
| <i>Tekijä(t)</i> | Janne Alahuhta | | | |
| <i>Julkaisun nimi</i> | Selkämeren rannikkovesien tila, vesikasvillisuus ja kuormitus - Rehevöitymistarkastelu (Tillståndet för Bottenhavets kustvatten, vattenvegetation och belastning - En granskning av eutrofieringen) | | | |
| <i>Julkaisusarjan nimi ja numero</i> | Lounais-Suomen ympäristökeskuksen raportteja 9/2008 | | | |
| <i>Julkaisun teema</i> | | | | |
| <i>Julkaisun osat/ muut saman projektin tuottamat julkaisut</i> | | | | |
| <i>Tiivistelmä</i> | <p>Selkämeren rantavesien rehevöityminen ja hoitotarve –hankkeessa tarkasteltiin Satakunnan rannikkovesien nykyistä tilaa, vesikasvillisuuden esiintymistä ja valuma-alueilta tulevaa kuormitusta. Vedenlaadun tulosten perusteella rannikon läheisten merialueiden ravinnepitoisuudet ilmentävät rehevyytason kasvua. Kohonneet ravinnepitoisuudet olivat havaittavissa merenlahdissa ja –salmissa. Selkämeren rehevimmillä merialueilla keskeisin tekijä voimistuneelle ravinnetasolle oli jokien ja uomien tuoma sedimentti- ja ravinnekuormitus. Lisäksi erityisesti Selkämeren eteläosissa merivirtojen mukana kulkeutuva ravinteikas pintavesi kohotti ravinnetasoa.</p> <p>Ilmakuvataarkastellussa Selkämeren vesikasvillisuudessa on havaittavissa mataloitumisesta johtuvaa umpeenkasvua ja rehevöitymistä suojaissa merenlahdissa ja –salmissa. Selkämeren kasvillisuuden runsastuminen on johtunut mataloitumisesta ja rehevyytason voimistumisesta, mutta ensisijainen syy vaihtelee alueittain.</p> <p>Valuma-alueilta Selkämereen tuleva kuormitus oli peräisin pääosin Kokemäenjoen vesistöalueelta ja siihen kuuluvalla Loimijoen valuma-alueella oli tärkeä rooli kuormituksessa. Selvitysalueella maatalouden vaikutus oli selvästi merkittävin kaikilla vesistöalueilla, kun noin puolet kokonaiskuormituksesta oli lähtöisin maataloudesta. Myös luonnonhuuhtouma oli paikoin merkittävää.</p> <p>Kokonaiskuormitus oli keskittynyt suurimmille valuma-alueille. Kun kuormitusarvioita tarkasteltiin pinta-alayksikköä kohti, niin Loimijoen valuma-alue ja Kokemäenjoen, Eurajoen ja Karvianjoen alajuoksujen valuma-alueet nousivat esille merkittävinä kuormitusalueina. Loimijoen maatalousvaltaiset alueet olivat suurimmat kuormittajat peltoviljelyssä ja eläintuotannossa.</p> <p>Rehevöitymisen selvimpiä riskialueita ovat rannikon läheiset suojaisat lahdet ja salmet: Merikarvian Pieskerinlahti, Merikarvian Peipunlahden, Pooskerinlahden ja Killeskerinlahden välinen merialue, Porin Preiviikinlahti, Ahlaisten Mustalahti, Ahlaisten saaristo, Porin Pihlavanlahti, Luvian sisäsaaristo, Eurajoen Kuivalahdensalmi, Eurajoen Eurajoensalmi, Eurajoen Olkiluodonvesi, Rauman Sorkanlahti ja Rauman Unajanlahti. Osa merialueista on luontaisesti reheviä, mutta niiden rehevyytaso tulee nousemaan entisestään. Kuormituksen suurimmat riskivaluma-alueet ovat keskittyneet Loimijoen valuma-alueelle, Kokemäenjoen ja Eurajoen alajuoksulle sekä yksittäisille valuma-alueille Karvianjoen ja Kokemäenjoen vesistöalueilla.</p> | | | |
| <i>Asiasanat</i> | Selkämeri, rehevöityminen, vesistönkuormitus, vesikasvillisuus, vedenlaatu, kasviplankton, valuma-alueet, riskinarviointi, ilmakuvat | | | |
| <i>Rahoittaja/ toimeksiantaja</i> | Lounais-Suomen ympäristökeskus | | | |
| | ISBN (nid.) 978-952-11-3061-8 | ISBN (PDF) 978-952-11-3062-5 | ISSN (pain.) 1796-1750 | ISSN (verkkoj.) 1796-1769 |
| | <i>Sivuja</i> 111 | <i>Kieli</i> suomi | <i>Luottamuksellisuus</i> julkinen | <i>Hinta (sis.alv 8 %)</i> - |
| <i>Julkaisun myynti/ jakaja</i> | Lounais-Suomen ympäristökeskus, PL 47, 20801 TURKU, puh. 020 490 102 (vaihde) | | | |
| <i>Julkaisun kustantaja</i> | Lounais-Suomen ympäristökeskus | | | |
| <i>Painopaikka ja -aika</i> | Edita Prima Oy, Helsinki 2008 | | | |

| | | | | |
|---|---|---------------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| Utgivare | Sydvästra Finlands miljöcentral | | | Datum April 2008 |
| Författare | Janne Alahuhta | | | |
| Publikationens titel | Selkämeren rannikkovesien tila, vesikasvillisuus ja kuormitus - Rehevöitymistarkastelu Tillståndet för Bottenhavets kustvatten, vattenvegetation och belastning - En granskning av eutrofieringen | | | |
| Publikationsserie och nummer | Sydvästra Finlands miljöcentralers rapporter 9/2008 | | | |
| Publikationens tema | | | | |
| Publikationens delar/andra publikationer inom samma projekt | | | | |
| Sammandrag | <p>I projektet eutrofieringen av Bottenhavets kustvatten och dess vårdbehov granskades nuläget för kustvattnen i Satakunta, förekomsten av vattenvegetation och den belastning som kommer från utrinningsområdena. Utifrån resultaten av vattenkvaliteten uppvisar näringshalterna i havsområdena nära kusten en ökad övergödningsnivå. Höjda näringshalter kunde observeras i havsvikarna och -sunden. Den mest centrala faktorn för den allt kraftigare nivån med näringsämnen på områdena med den största övergödningsnivån i Bottenhavet var den belastning av sediment och näringsämnen som åarna och strömbäddarna för med sig. Dessutom höjdes näringshalten av det näringshaltiga ytvatten som förs med havsströmmarna, särskilt i de södra delarna av Bottenhavet.</p> <p>Vid en flygfotografgranskning kunde hos Bottenhavets vattenvegetation läggas märke till igenväxning och eutrofiering i de skyddade havsvikarna och -sunden på grund av att de blivit grundare. Den allt rikligare vegetationen i Bottenhavet har berott på att vattnen blivit grundare och att eutrofieringsnivån blivit kraftigare, men den primära orsaken varierar områdesvis.</p> <p>Den belastning som kommer ut i Bottenhavet från utrinningsområdena härstammar till största delen från området för Kumo älvs vattensystem och utrinningsområdet för Loimijoki, som ingår i det, hade en viktig roll i belastningen. Lantbrukets inverkan inom utredningsområdet var klart mest betydande på områdena för alla vattensystem, då cirka hälften av den totala belastningen kom från lantbruket. Även den naturliga urlakningen var ställvis betydande.</p> <p>Den totala belastningen var koncentrerad till de största utrinningsområdena. Vid en granskning av belastningsvärdena per ytarealenhet, trädde utrinningsområdet för Loimijoki och utrinningsområdena för nedre loppet av Kumo älv, Eurajoki och Karvianjoki fram som betydande belastningsområden. De lantbruksdominerade utrinningsområdena för Loimijoki var de största belastarna inom åkerodlingen och boskapsproduktionen.</p> <p>De tydligaste riskområdena för en övergödning var de skyddade vikarna och sunden nära kusten: Pieskerinlahti i Sastmola, Peipunlahti i Sastmola, havsområdet mellan Pooskerinlahti och Killeskerinlahti, Preiviikinlahti i Björneborg, Mustalahti i Ahlainen, Pihlavanlahti i Björneborg, den inre skärgården i Luvia, Kuivalahdensalmi i Euraåminne, Eurajoensalmi i Euraåminne, Olkiluodonvesi i Euraåminne, Sorkanlahti i Raumo och Unajanlahti i Raumo. En del av havsområdena är eutrofa till naturen, men deras eutrofinivå kommer att ytterligare stiga. De största utrinningsområdena med risk för belastning hade koncentrerats till utrinningsområdet för nedre loppet av Loimijoki, nedre loppet av Kumo älv och Eurajoki samt enskilda utrinningsområden inom vattenområdena för Karvianjoki och Kumo älv.</p> | | | |
| Nyckelord | Bottenhavet, eutrofiering, belastning av vattnen, vattenvegetation, vattenkvalitet, växtplankton, utrinningsområden, riskbedömning, flygfoton | | | |
| Finansiär/uppdragsgivare | | | | |
| | ISBN (hft.) 978-952-11-3061-8 | ISBN (PDF) 978-952-11-3062-5 | ISSN (print) 1796-1750 | ISSN (online) 1796-1769 |
| | Sidantal 111 | Språk finska | Offentlighet offentlig | Pris (inneh. moms 8 %) - |
| Beställningar/distribution | Sydvästra Finlands miljöcentral, PB 47, 20801 Åbo, tel. +358 20 690 102 (växel). | | | |
| Förläggare | Sydvästra Finlands miljöcentral | | | |
| Tryckeri/tryckningsort och -år | Edita Prima Oy, Helsingfors 2008 | | | |

| | | | | |
|---|---|---------------------------------|---------------------------|----------------------------|
| <i>Publisher</i> | Southwest Finland Regional Environment Centre | | | <i>Date</i> April 2008 |
| <i>Author(s)</i> | Janne Alahuhta | | | |
| <i>Title of publication</i> | Selkämeren rannikkovesien tila, vesikasvillisuus ja kuormitus. Rehevöitymistarkastelu (Water Quality, Aquatic Macrophytes and Nutrient Loading of Southern Bothnian Sea -Eutrophication Assessment) | | | |
| <i>Publication series and number</i> | Reports of Southwest Finland Regional Environment Centre 9/2008 | | | |
| <i>Theme of publication</i> | | | | |
| <i>Parts of publication/ other project publications</i> | | | | |
| <i>Abstract</i> | <p>The eutrophication and management of Bothnian Sea coastal waters –project was founded for 10 months in May 2007. The aim of the project was to study the present water quality, the frequency and abundance of aquatic macrophytes and the loading of coastal areas of the Bothnian Sea. The results indicated that the nutrient level of coastal sea areas has increased, especially in the bays and straits. Common to the nutritious waters of the Bothnian Sea was nutrient and sediment loading from river basins. Moreover, in the southern part of the Bothnian Sea, nutritious surface water drifting from the Baltic Sea increased nutrient levels.</p> <p>Aerial photograph interpretation was used to characterize the general frequencies and abundances of the helophyte vegetation in the Bothnian Sea. Overgrowth of aquatic vegetation, due to the lowering of the sea level and eutrophication, was discovered in sheltered bays. The main reason for the overgrowth has been the lowering of the sea level, although the nutrient and sediment loading from the nearby rivers has also influenced the overgrowth process. Therefore, vegetation overgrowth of the Bothnian Sea has occurred because of the lowering of the sea level and eutrophication, but the principal cause varies geographically.</p> <p>The loading distributed to the Bothnian Sea was mainly originated from the Kokemäenjoki and Loimijoki river basins. The impact of agriculture to the total loading was the highest in all the river basins, about half of the total loading comes from agriculture. Natural leaching of nutrients was also substantial in places.</p> <p>The loading was concentrated to large river basins. When total loading was divided with surface areas of river basins, Loimijoki river basin, the downstream river basins of Eurajoki, Kokemäenjoki and Karvianjoki Rivers and some coastal river basins, contributed the highest loading values.</p> <p>The highest Bothnian Sea risk areas were inner coastal bays and traits: Pieskerinlahti bay, Peipunlahti bay, Preiviikinlahti bay, Mustalahti bay, the archipelago of Ahlainen, Pihlavanlahti bay, the inner archipelago of Luvia, Kuivalahti strait, Eurajoki strait, Olkiluodonvesi, Sorkanlahti bay and Unajannahti bay. Some of these sea areas are naturally nutrient rich waters, but their nutritious level will increase if preventive management measures are not carried out.</p> <p>The highest risk river basins were concentrated to the Loimijoki river basin, the downstream river basins of Kokemäenjoki and Eurajoki Rivers and the individual river basins of Karvianjoki and the middle and upper course of Kokemäenjoki River.</p> | | | |
| <i>Keywords</i> | Bothnian Sea, eutrophication, nutrient loading, aquatic macrophytes, water quality, catchment areas, risk assessment, aerial photographs | | | |
| <i>Financier/ commissioner</i> | | | | |
| | ISBN (pbk.) 978-952-11-3061-8 | ISBN (PDF) 978-952-11-3062-5 | ISSN (print) 1796-1750 | ISSN (online) 1796-1769 |
| | No. of pages 111 | Language finnish | Restrictions public | Price (incl. tax 8 %) - |
| <i>For sale at/ distributor</i> | Southwest Finland Regional Environment Centre, P.O. Box 47, FIN-20801 Turku. Tel. +358 20 690 162 | | | |
| <i>Financier of publication</i> | Southwest Finland Regional Environment Centre | | | |
| <i>Printing place and year</i> | Edita Prima Oy, Helsinki 2008 | | | |

Selkämeren rantavesien rehevöityminen ja hoitotarve-hankkeessa on kokonaisvaltaisesti selvitetty Selkämeren nykyistä rehevyyttä. Raportissa on arvioitu merialueen ravinteisuutta koko rannikon kattavasti. Lisäksi ilmakuvilta on arvioitu Selkämeren rantavyöhykkeen vesikasvillisuus ja tarkasteltu siinä tapahtuneita muutoksia. Kuormitusarvioinnissa on selvitetty Selkämeren valuma-alueilta tulevaa ravinnekuormitusta. Tulosten avulla on arvioitu Selkämeren rehevyysriskialueita ja kuormitusriskivaluma-alueita. Täten kunnostus- ja hoitotoimenpiteet voidaan kohdistaa rehevöityneimmille merialueille ja suurimman kuormituksen valuma-alueille.



LOUNAIS-SUOMEN
YMPÄRISTÖKESKUS
SYDVÄSTRA FINLANDS
MILJÖCENTRAL

ISBN 978-952-11-3061-8 (nid.)

ISBN 978-952-11-3062-5 (PDF)

ISSN 1796-1750 (pain.)

ISSN 1796-1769 (verkkokj.)